

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

Assistant Commissioner for Patents
United States Patent and Trademark
Office
Box PCT
Washington, D.C.20231
ETATS-UNIS D'AMERIQUE

in its capacity as elected Office

Date of mailing (day/month/year) 03 May 2000 (03.05.00)	
International application No. PCT/JP99/04890	Applicant's or agent's file reference PF18E160
International filing date (day/month/year) 08 September 1999 (08.09.99)	Priority date (day/month/year) 10 September 1998 (10.09.98)
Applicant FUKUOKA, Yoshihide et al	

1. The designated Office is hereby notified of its election made:

☒ in the demand filed with the International Preliminary Examining Authority on:

10 April 2000 (10.04.00)

☐ in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:
2. The election ☒ was
☐ was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No.: (41-22) 740.14.35	Authorized officer Antonia Muller Telephone No.: (41-22) 338.83.38
--	---

EP



PCT

国際調査報告

(法8条、法施行規則第40、41条)
[PCT18条、PCT規則43、44]

出願人又は代理人 の書類記号 PF18E160	今後の手続きについては、国際調査報告の送付通知様式(PCT/ISA/220) 及び下記5を参照すること。		
国際出願番号 PCT/JP99/04890	国際出願日 (日.月.年) 08.09.99	優先日 (日.月.年) 10.09.98	
出願人(氏名又は名称) 興和株式会社			

国際調査機関が作成したこの国際調査報告を法施行規則第41条(PCT18条)の規定に従い出願人に送付する。
この写しは国際事務局にも送付される。

この国際調査報告は、全部で 2 ページである。

☐ この調査報告に引用された先行技術文献の写しも添付されている。

1. 国際調査報告の基礎

a. 言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願がされたものに基づき国際調査を行った。

☐ この国際調査機関に提出された国際出願の翻訳文に基づき国際調査を行った。

b. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際調査を行った。

☐ この国際出願に含まれる書面による配列表

☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出された書面による配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった。

☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記録した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

2. ☐ 請求の範囲の一部の調査ができない(第I欄参照)。

3. ☐ 発明の単一性が欠如している(第II欄参照)。

4. 発明の名称は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 次に示すように国際調査機関が作成した。

5. 要約は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 第III欄に示されているように、法施行規則第47条(PCT規則38.2(b))の規定により国際調査機関が作成した。出願人は、この国際調査報告の発送の日から1カ月以内にこの国際調査機関に意見を提出することができる。

6. 要約書とともに公表される図は、

第 6 図とする。 ☒ 出願人が示したとおりである。

☐ なし

☐ 出願人は図を示さなかった。

☐ 本図は発明の特徴を一層よく表している。

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.⁶ H04N1/387, G06T1/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.⁶ H04N1/387-1/393, G06T1/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-1999年
日本国登録実用新案公報	1994-1999年
日本国実用新案登録公報	1996-1999年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
EA	J P, 11-317859, A (日本電気株式会社) 16. 11月. 1999 (16. 11. 99) (ファミリーなし)	1-16
PA	J P, 10-313402, A (日本電気株式会社) 24. 11月. 1998 (24. 11. 98) (ファミリーなし)	1-16
A	J P, 9-191394, A (日本電気株式会社) 22. 7月. 1997 (22. 07. 97) (ファミリーなし)	1-16
A	J P, 6-78144, A (キヤノン株式会社) 18. 3月. 1994 (18. 03. 94) (ファミリーなし)	1-16

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

14.12.99

国際調査を完了した日

01. 12. 99

国際調査報告の発送日

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
郵便番号 100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)
橋爪 正樹



5V 9067

電話番号 03-3581-1101 内線 3571

PCT

REC'D 11 DEC 2000

WIPO

PCT

国際予備審査報告

(法第12条、法施行規則第56条)
[PCT36条及びPCT規則70]

出願人又は代理人 の書類記号 PF18E160	今後の手続きについては、国際予備審査報告の送付通知(様式PCT/ IPEA/416)を参照すること。	
国際出願番号 PCT/JP99/04890	国際出願日 (日.月.年) 08.09.99	優先日 (日.月.年) 10.09.98
国際特許分類(IPC) Int. Cl ⁷ H04N1/387, G06T1/00		
出願人(氏名又は名称) 興和株式会社		

1. 国際予備審査機関が作成したこの国際予備審査報告を法施行規則第57条(PCT36条)の規定に従い送付する。
2. この国際予備審査報告は、この表紙を含めて全部で 3 ページからなる。
- ☐ この国際予備審査報告には、附属書類、つまり補正されて、この報告の基礎とされた及び/又はこの国際予備審査機関に対してした訂正を含む明細書、請求の範囲及び/又は図面も添付されている。
(PCT規則70.16及びPCT実施細則第607号参照)
この附属書類は、全部で ページである。
3. この国際予備審査報告は、次の内容を含む。
- I ☒ 国際予備審査報告の基礎
- II ☐ 優先権
- III ☐ 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての国際予備審査報告の不作成
- IV ☐ 発明の単一性の欠如
- V ☒ PCT35条(2)に規定する新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての見解、それを裏付けるための文献及び説明
- VI ☐ ある種の引用文献
- VII ☐ 国際出願の不備
- VIII ☐ 国際出願に対する意見

国際予備審査の請求書を受理した日 10.04.00	国際予備審査報告を作成した日 22.11.00	
名称及びあて先 日本国特許庁(IPEA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官(権限のある職員) 橋爪 正樹	5V 9067
電話番号 03-3581-1101		内線 3571

様式PCT/IPEA/409(表紙)(1998年7月)

I. 国際予備審査報告の基礎

1. この国際予備審査報告は下記の出願書類に基づいて作成された。(法第6条(PCT 14条)の規定に基づく命令に
応答するために提出された差し替え用紙は、この報告書において「出願時」とし、本報告書には添付しない。
PCT規則70.16, 70.17)

☒ 出願時の国際出願書類

- ☐ 明細書 第 _____ ページ、 出願時に提出されたもの
明細書 第 _____ ページ、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
明細書 第 _____ ページ、 _____ 付の書簡と共に提出されたもの
- ☐ 請求の範囲 第 _____ 項、 出願時に提出されたもの
請求の範囲 第 _____ 項、 PCT 19条の規定に基づき補正されたもの
請求の範囲 第 _____ 項、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
請求の範囲 第 _____ 項、 _____ 付の書簡と共に提出されたもの
- ☐ 図面 第 _____ ページ/図、 出願時に提出されたもの
図面 第 _____ ページ/図、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
図面 第 _____ ページ/図、 _____ 付の書簡と共に提出されたもの
- ☐ 明細書の配列表の部分 第 _____ ページ、 出願時に提出されたもの
明細書の配列表の部分 第 _____ ページ、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
明細書の配列表の部分 第 _____ ページ、 _____ 付の書簡と共に提出されたもの

2. 上記の出願書類の言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願の言語である。

上記の書類は、下記の言語である _____ 語である。

- ☐ 国際調査のために提出されたPCT規則23.1(b)にいう翻訳文の言語
☐ PCT規則48.3(b)にいう国際公開の言語
☐ 国際予備審査のために提出されたPCT規則55.2または55.3にいう翻訳文の言語
3. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際予備審査報告を行った。
- ☐ この国際出願に含まれる書面による配列表
☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表
☐ 出願後に、この国際予備審査(または調査)機関に提出された書面による配列表
☐ 出願後に、この国際予備審査(または調査)機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表
☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった
☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記録した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。
4. 補正により、下記の書類が削除された。
- ☐ 明細書 第 _____ ページ
☐ 請求の範囲 第 _____ 項
☐ 図面 図面の第 _____ ページ/図
5. ☐ この国際予備審査報告は、補充欄に示したように、補正が出願時における開示の範囲を越えてされたものと認められるので、その補正がされなかったものとして作成した。(PCT規則70.2(c) この補正を含む差し替え用紙は上記1.における判断の際に考慮しなければならず、本報告に添付する。)

V. 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての法第12条(PCT35条(2))に定める見解、それを裏付ける文献及び説明

1. 見解

新規性(N)

請求の範囲 1-16

有

請求の範囲

無

進歩性(IS)

請求の範囲 1-16

有

請求の範囲

無

産業上の利用可能性(IA)

請求の範囲 1-16

有

請求の範囲

無

2. 文献及び説明(PCT規則70.7)

請求の範囲 1-16

文献1: JP, 9-191394, A (日本電気株式会社)
22. 7月. 1997 (22. 07. 97)
全文, 第1-7図

及び

文献2: JP, 6-78144, A (キャノン株式会社)
18. 3月. 1994 (18. 03. 94)
全文, 第1-4図

には、当該技術分野の一般的技術水準を示す文献として、フーリエ変換によって原データに付加情報(文献1は透かし情報)を埋め込む技術が記載されているが、フーリエ変換により得られた実数部または虚数部に、透かし情報として予め定めた位相差パターンに対応した微小変化分を付加する技術、及び該微小変換分を付加したデータをフーリエ逆変換する技術に関しては、記載も示唆もされていない。

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference PF18E160	FOR FURTHER ACTION See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/JP99/04890	International filing date (day/month/year) 08 September 1999 (08.09.99)	Priority date (day/month/year) 10 September 1998 (10.09.98)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC H04N 1/387, G06T 1/00		
Applicant KOWA CO., LTD.		

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.
2. This REPORT consists of a total of 3 sheets, including this cover sheet.

☐ This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).

These annexes consist of a total of _____ sheets.

3. This report contains indications relating to the following items:

- I ☒ Basis of the report
- II ☐ Priority
- III ☐ Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV ☐ Lack of unity of invention
- V ☒ Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- VI ☐ Certain documents cited
- VII ☐ Certain defects in the international application
- VIII ☐ Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 10 April 2000 (10.04.00)	Date of completion of this report 22 November 2000 (22.11.2000)
Name and mailing address of the IPEA/JP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/JP99/04890

I. Basis of the report

1. With regard to the **elements** of the international application:*

- ☒ the international application as originally filed
- ☐ the description:
 pages _____, as originally filed
 pages _____, filed with the demand
 pages _____, filed with the letter of _____
- ☐ the claims:
 pages _____, as originally filed
 pages _____, as amended (together with any statement under Article 19
 pages _____, filed with the demand
 pages _____, filed with the letter of _____
- ☐ the drawings:
 pages _____, as originally filed
 pages _____, filed with the demand
 pages _____, filed with the letter of _____
- ☐ the sequence listing part of the description:
 pages _____, as originally filed
 pages _____, filed with the demand
 pages _____, filed with the letter of _____

2. With regard to the **language**, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item.

These elements were available or furnished to this Authority in the following language _____ which is:

- ☐ the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)).
- ☐ the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)).
- ☐ the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rule 55.2 and/or 55.3).

3. With regard to any **nucleotide and/or amino acid sequence** disclosed in the international application, the international preliminary examination was carried out on the basis of the sequence listing:

- ☐ contained in the international application in written form.
- ☐ filed together with the international application in computer readable form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in written form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in computer readable form.
- ☐ The statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.
- ☐ The statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.

4. ☐ The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages _____
- ☐ the claims, Nos. _____
- ☐ the drawings, sheets/fig _____

5. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).**

* Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report since they do not contain amendments (Rule 70.16 and 70.17).

** Any replacement sheet containing such amendments must be referred to under item 1 and annexed to this report.

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/JP99/04890

V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

1. Statement

Novelty (N)	Claims	1-16	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	1-16	YES
	Claims		NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-16	YES
	Claims		NO

2. Citations and explanations

Claims 1-16

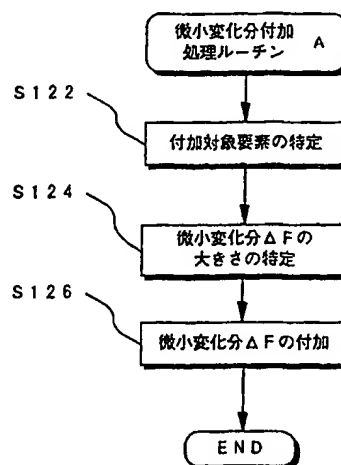
Document 1: JP, 9-191394, A (NEC Corp.), 22 July, 1997 (22.07.97), full text, Figs. 1-7 and

Document 2: JP, 6-78144, A (Canon Inc.), 18 March, 1994 (18.03.94), full text, Figs. 1-4

respectively describe a technique for embedding additional information (watermark information in document 1) to the original data by Fourier transform, as a document showing the general state of art in this technical field, but neither of these documents describes or suggests a technique of adding an infinitesimal variation corresponding to a predetermined phase difference pattern, as watermark information, to the real part or imaginary part obtained by Fourier transform, or a technique for inverse-Fourier-transforming the data containing the infinitesimal variation added.



(51) 国際特許分類6 H04N 1/387, G06T 1/00	A1	(11) 国際公開番号 WO00/16546 (43) 国際公開日 2000年3月23日(23.03.00)
(21) 国際出願番号 PCT/JP99/04890 (22) 国際出願日 1999年9月8日(08.09.99) (30) 優先権データ 特願平10/276490 1998年9月10日(10.09.98) JP 特願平10/322899 1998年10月27日(27.10.98) JP (71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 興和株式会社(KOWA CO., LTD.)[JP/JP] 〒460-0003 愛知県名古屋市中区錦三丁目6番29号 Aichi, (JP) (72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてののみ) 福岡義秀(FUKUOKA, Yoshihide)[JP/JP] 〒239-0811 神奈川県横須賀市走水一丁目10-20 Kanagawa, (JP) 松井甲子雄(MATSUI, Kineo)[JP/JP] 〒239-0808 神奈川県横須賀市大津町5-57 Kanagawa, (JP) (74) 代理人 五十嵐孝雄, 外(IGARASHI, Takao et al.) 〒460-0003 愛知県名古屋市中区錦一丁目3番2号 中央伏見ビル3階 Aichi, (JP)		(81) 指定国 AU, CN, IL, IN, KR, RU, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE) 添付公開書類 国際調査報告書
(54) Title: METHOD FOR EMBEDDING ELECTRONIC WATERMARK, RECORDED MEDIUM ON WHICH THE METHOD IS RECORDED, METHOD FOR PROVING EMBEDDED ELECTRONIC WATERMARK, AND DEVICE FOR EMBEDDING ELECTRONIC WATERMARK (54) 発明の名称 電子透かしの埋め込み方法、その方法を記憶した記憶媒体、および埋め込まれた電子透かしの証明方法ならびに電子透かしの埋め込み装置 (57) Abstract A predetermined element of a matrix F produced by Fourier transform of the original image data P0 is specified (Step S122). An infinitesimal component ΔF of a predetermined size is added to the real part FR or the imaginary part FI of the element (Steps S124, S126). By taking the symmetry of the Fourier spectrum into consideration, the infinitesimal component ΔF is subtracted. A phase difference pattern W01 corresponding to the infinitesimal component ΔF is embedded in the image formed by inverse-transforming the matrix to which the infinitesimal component ΔF is added. The pattern cannot be taken out of the image in which the phase difference pattern is embedded or cannot be erased by an overwrite attack if the original image is concealed. Even if different watermark information is overwritten by a like algorithm on data in which an electronic watermark is embedded, the electronic watermark embedded in the original data can be taken out. A similar processing can be applied to the region obtained by wavelet transformation and comprising low-frequency components.		



A ... INFINITESIMAL VARIATION ADDING ROUTINE
 S122 ... SPECIFY ELEMENT OF ADDITION OBJECT
 S124 ... SPECIFY SIZE OF INFINITESIMAL VARIATION ΔF
 S126 ... ADD INFINITESIMAL VARIATION ΔF

オリジナルの画像データ P 0 をフーリエ変換して得られた行列 F の所定の要素を特定し（ステップ S 1 2 2）、その要素の実数部 F R または虚数部 F I に対して、所定の大きさの微小成分 ΔF を加える（ステップ S 1 2 4, 1 2 6）。このとき、フーリエスペクトルの対称性に留意して微小成分 ΔF を差し引きする。微小成分 ΔF を加えた行列を逆変換することにより得られた画像には、微小成分 ΔF に対応した位相差パターン W 0 1 が埋め込まれており、このパターンは、原画像が秘匿されていれば、埋め込み済みの画像から取り出したり、上書き攻撃により抹消したりすることができない。また、電子透かしを埋め込んだデータに対して同様のアルゴリズムによる異なる透かし情報の上書きを受けた場合でも、原データに埋め込んだ電子透かしを取り出しが可能である。同様の処理を、原画像をウェーブレット変換して得られた低周波成分からなる領域に対して行なうこともできる。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE	アラブ首長国連邦	DM	ドミニカ	KZ	カザフスタン	RU	ロシア
AL	アルバニア	EE	エストニア	LC	セントルシア	SD	スーダン
AM	アルメニア	ES	スペイン	LI	リヒテンシュタイン	SE	スウェーデン
AT	オーストリア	FI	フィンランド	LK	スリ・ランカ	SG	シンガポール
AU	オーストラリア	FR	フランス	LR	リベリア	SI	スロヴェニア
AZ	アゼルバイジャン	GA	ガボン	LS	レソト	SK	スロヴァキア
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GB	英国	LT	リトアニア	SL	シエラ・レオネ
BB	バルバドス	GD	グレナダ	LU	ルクセンブルグ	SN	セネガル
BE	ベルギー	GE	グルジア	LV	ラトヴィア	SZ	スワジランド
BF	ブルキナ・ファソ	GH	ガーナ	MA	モロッコ	TD	チャード
BG	ブルガリア	GM	ガンビア	MC	モナコ	TG	トーゴ
BJ	ベナン	GN	ギニア	MD	モルドヴァ	TJ	タジキスタン
BR	ブラジル	GW	ギニア・ビサウ	MG	マダガスカル	TZ	タンザニア
BY	ベラルーシ	GR	ギリシャ	MK	マケドニア	TM	トルクメニスタン
CA	カナダ	HR	クロアチア		共和国	TR	トルコ
CF	中央アフリカ	HU	ハンガリー	ML	マリ	TT	トリニダード・トバゴ
CG	コンゴ	ID	インドネシア	MN	モンゴル	UA	ウクライナ
CH	スイス	IE	アイルランド	MR	モーリタニア	UG	ウガンダ
CI	コートジボワール	IL	イスラエル	MW	マラウイ	US	米国
CM	カメルーン	IN	インド	MX	メキシコ	UZ	ウズベキスタン
CN	中国	IS	アイスランド	NE	ニジェール	VN	ヴェトナム
CR	コスタ・リカ	IT	イタリア	NL	オランダ	YU	ユーゴスラビア
CU	キューバ	JP	日本	NO	ノルウェー	ZA	南アフリカ共和国
CY	キプロス	KE	ケニア	NZ	ニュージーランド	ZW	ジンバブエ
CZ	チェッコ	KG	キルギスタン	PL	ポーランド		
DE	ドイツ	KP	北朝鮮	PT	ポルトガル		
DK	デンマーク	KR	韓国	RO	ルーマニア		

明細書

電子透かしの埋め込み方法、その方法を記憶した記憶媒体、および埋め込まれた電子透かしの証明方法ならびに電子透かしの埋め込み装置

5

技術分野

この発明は、電子透かし技術に関し、特に、画像などのデータに透かし情報を埋め込む技術に関する。

10 背景技術

- 従来から、デジタル化された画像や音楽などの著作物に、著作権情報を埋め込む電子透かしの技術が種々提案されている。デジタル化されたデータは容易に完全な形式で複製できる（すなわち、忠実な再現性を有している）という特徴があるため、無許可の複製に対する保護対策が必要とされるからである。
- 15 電子透かしは、人間が知覚できない形式で、著作権情報などの透かし情報を、データの中に電子的に埋め込むものである。埋め込まれた透かし情報は、必要に応じてこれを取り出すことができる。こうした電子的な透かしを用いることで、デジタル化された画像や音楽などの著作物において、著作権の存在を第三者に対して明確にすることができる。電子透かしには、通常、著作者を特定できる
- 20 情報が含まれるので、電子透かしが埋め込まれたデータを署名済みのデータと呼ぶことがある。

- しかし、従来の電子透かし技術では、類似の方式で別の情報を上書きすると、もとの透かし情報を正しく取り出すことができなくなるという問題があった。署名済みのデータに対して、埋め込まれた電子透かしを無効にしようとする改竄を、電子透かしに対する上書き攻撃と呼ぶことがある。署名済みのデータが、
- 25 上書き攻撃を受け、埋め込まれた正規の電子透かしが読みとれなくなると、電子透かしとしての意義は失われてしまう。更に、上書き攻撃を行なったものの透かしのみが残ることになれば、署名の意義自体がなくなるところか、署名の改竄を許してしまうことになる。

また、電子データの配信や保管に際し、その電子データを圧縮することが一般的に行なわれている。しかし、従来の電子透かしの技術では、このデータ圧縮処理によって電子透かしのデータが変質もしくは消失することがあり、実用性に乏しいという問題も指摘されていた。

5

発明の開示

この発明は、従来技術における上述の課題を解決するためになされたものであり、公開した電子データに対して上書き攻撃やデータ圧縮処理を受けても、正規の電子透かしの保存性が高く、かつ第三者に対して、電子透かしの秘匿性を高めた埋め込み方法およびこれに関する技術を提供する。

10

上述の課題の少なくとも一部を解決するため、本発明の透かし情報を原データに埋め込む方法では、

(a) 原データを離散フーリエ変換する工程と、

(b) 該フーリエ変換により得られた実数部または虚数部に、透かし情報として予め定めた位相差パターンに対応した微小変化分を付加する工程と、

15

(c) 該微小変化分を付加したデータを逆変換することにより透かし情報を埋め込んだデータを生成する工程と

を備えることを要旨とする。

また、この方法に対応し、透かし情報を原データに埋め込む装置は、

原データを離散フーリエ変換する変換手段と、

20

該フーリエ変換により得られた実数部または虚数部に、透かし情報として予め定めた位相差パターンに対応した微小変化分を付加する位相差パターン付加手段と、

該微小変化分を付加したデータを逆変換することにより透かし情報を埋め込んだデータを生成するフーリエ逆変換手段と

25

を備えることを要旨とする。

この技術は、原データを周波数領域に離散的にフーリエ変換したとき、スペクトルの実数部または虚数部の一部を増減すると、位相に変化を招く性質があることを利用している。したがって、原データの離散フーリエ変換により得ら

- れた実数部または虚数部に、位相差パターンに対応する微小変化を付加し、これを逆変換することにより埋め込まれた透かし情報は、原画像データと比較することにより、この位相差パターンを取り出すことができ、埋め込まれた透かしを位相差パターンとして直感的に把握することができる。しかも、電子透かしが埋め込まれていない原データが特定されない限りは、位相差パターンは、
- 5 例え上書き攻撃を受けたとしても、取り出すことが可能である。

こうした位相差パターンの書込は、離散フーリエ変換により得られる実数部あるいは虚数部の特定周波数 (m, n) のスペクトル $F(m, n)$ に微小な変化分 ΔF を付加することにより、容易に実現することができる。

- 10 実数部または虚数部に微小な変化分を付加する場合、これら実数部または虚数部の対称性を保存して、微小な変化分 ΔF の付加を行なうことが好ましい。離散フーリエ変換では、実数部は偶対称性、虚数部は奇対称性を持つから、これらの点を考慮して微小な変化分を加えることにより、原データが本来持っていた性質を保存することができる。

- 15 電子透かしとして付加する微小変化分は、原データに影響を与えることは免れないから、付加されるスペクトルの2ないし10パーセントの大きさに留めることが、原データの品質を低下させないという点で実用的である。

- また、微小変化分を実数部または虚数部に付加する際には、その低周波領域内の成分に対して操作を行なうことが望ましい。高周波成分に付加すると、J
- 20 PEGなどのデータ圧縮により、透かし情報が失われることが考えられるからである。低周波領域に付加しておけば、データ圧縮により、電子透かしとしての位相差パターンが失われることはない。なお、圧縮時にデータを保存しデータの伸張により元の情報を完全に回復可能ないわゆる可逆的な圧縮方法だけを考慮するのであれば、高周波領域に、上記の位相パターンを付加することも
- 25 何ら差し支えない。

上記の手法で電子透かしを埋め込んだデータ、即ち署名済みデータが存在する場合に、この署名済みデータから、透かし情報を検出する方法の発明は、上述した電子透かしの埋込方法に対して、いわゆるサブコンビネーションの関係にあり、出願の単一性を満たす。こうした透かし情報を検出する方法の発明は、

前記原データと前記署名済みデータとの差分を位相差パターンとして取り出し、

該位相差パターンを前記署名済みのデータの電子透かしとして検出すること

5 を要旨とする。

かかる電子透かしの検出方法は、極めて簡便な手法であるが、原データを非公開にしておけば、電子透かしを検出し得るのは、原データの正当な所有者に限られ、有効である。原データなしで、埋め込まれた微小変化分を推定することは極めて困難である。

- 10 圧縮などにより電子透かしが失われないよう微小変化分を付加する方法として、原データの離散フーリエ変換に先立って予め原データから、主として低周波成分に対応したデータを得る画像変換を施し、その結果に対して離散フーリエ変換を行ない、該変換により得られた実数部または虚数部に透かし情報として予め定めた位相差パターンに対応した微小変化分を付加しても良い。この
- 15 場合、微小変化分を付加した後、フーリエ逆変換を行ない、更に上記のデータ変換の逆変換を施せばよい。このデータ圧縮と離散フーリエ変換との組み合わせによれば、電子透かしが低周波領域に確実に埋め込まれるため、上書き攻撃に強い離散フーリエ変換による位相透かしの埋め込み方法の効果を維持しつつ、高圧縮処理に対してもその透かしデータが変質もしくは消失しない相乗的
- 20 効果が発揮される。このデータ変換およびデータ逆変換としては、例えばウェーブレット変換およびウェーブレット逆変換を用いることができる。ウェーブレット変換およびウェーブレット逆変換を用いれば、透かし情報の埋め込みと復元の手続きが簡便となり好適である。なお、ウェーブレット変換には、様々な手法が知られており、いずれの変換手法も採用可能であるが、代表的なものを挙げれば、ハール基底を用いる直交ウェーブレット変換等がある。ウェーブ
- 25 レット変換以外の他のデータ変換およびデータ逆変換であっても、主として低周波成分に対応したデータを得ることができる変換アルゴリズムであれば、採用可能である。

上記の手法で透かし情報が埋め込まれた署名済みデータが存在する場合に、

この透かし情報を検出する方法の発明は、上記の電子透かしの埋込方法に対して、いわゆるサブコンビネーションの関係にあり、出願の単一性を満たす。かかる透かし情報を検出する方法の発明は、

前記原データを前記工程 a 0 により変換し、

5 前記署名済みデータを前記工程 a 0 により変換し、

両変換されたデータの差分を位相差パターンとして取り出し、

該位相差パターンを前記署名済みデータの電子透かしとして検出することを要旨としている。

かかる電子透かしの検出方法は、極めて簡便な手法であるが、原データを非
10 公開にしておけば、電子透かしを検出し得るのは、原データの正当な所有者に限られ、有効である。原データなしで、埋め込まれた微小変化分を推定することは極めて困難である。更に、主として低周波成分からなる領域が存在する変換方法自体をを秘匿しておけば、二重に安全である。

こうした電子透かしの埋め込みの技術は、様々なデータに対して適用可能で
15 ある。例えば、原データを二次元的な画像データとすることができる。この場合、上記の手法により埋め込まれた位相差パターンは、画像上視認することはできず、画質の低下を招くことはほとんどない。その他、音声などの一次元データにも適用可能である。

なお、上記の埋め込み方法や埋め込み装置は、汎用もしくは専用のコンピュータに、ICカードやフレキシブルディスクあるいはCD-ROMなどの記憶
20 媒体を読み取られ、この記憶媒体に記憶されたプログラムを実行するという形態で実現することができる。

したがって、本発明の記憶媒体は、

透かし情報を原データに埋め込むプログラムをコンピュータにより読み取り可能に記憶した記憶媒体であって、
25

原データを入力する機能と、

該入力した原データを離散フーリエ変換する機能と、

該フーリエ変換により得られた実数部または虚数部に、透かし情報として予め定めた位相差パターンに対応した微小変化分を付加する機能と、

該微小変化分を付加したデータを逆変換したデータを出力する機能とをコンピュータにより実現可能に記憶したことを要旨とする。

また、高圧縮処理と離散フーリエ変換との組み合わせによる電子透かしの埋め込み方法をコンピュータなどに実現させる記憶媒体は、

- 5 透かし情報を原データに埋め込むプログラムをコンピュータにより読み取り可能に記憶した記憶媒体であって、

原データを入力する機能と、

該入力した原データを、主として低周波成分に対応した領域を特定可能なデータに変換する機能と、

- 10 該変換されたデータのうち、前記領域に対応するデータを離散フーリエ変換する機能と、

該フーリエ変換により得られた実数部または虚数部に、透かし情報として予め定めた位相差パターンに対応した微小変化分を付加する機能と、

該微小変化分を付加したデータをフーリエ逆変換する機能と、

- 15 該フーリエ逆変換されたデータを他の領域のデータと共に、前記変換の逆変換することにより透かし情報を埋め込んだデータを生成する機能と

をコンピュータにより実現可能に記憶したことを要旨とする。

なお、離散フーリエ変換やデータ圧縮自体は、コンピュータ側がライブラリの形で保有していると考えられるから、上記の各機能のうち、原データを離散
20 フーリエ変換する機能は「入力した原データを、離散フーリエ変換する機能を利用して変換結果としての実数部および虚数部を受け取る機能」として、データ変換機能は「入力した原データを、主として低周波成分に対応した領域を特定可能なデータに変換する機能を利用してその変換結果を受け取る機能」として、実現することも可能である。

- 25 ところで、電子透かしが埋め込まれた原データに対する上書き攻撃がなされる場合、異なる手法による電子透かしの上書きは、これを弁別することが容易である。最も問題になるのは、同じ手法による上書き攻撃である。かかる場合、即ち原データ P_0 に位相差パターン W_1 の透かし情報を正規に埋め込んだ正規データ P_1 に対して上記の方法により、複数回他の位相差パターン W_i (i

= 2, 3 . . .) を透かし情報として埋め込んだデータ P_i が存在する場合に、
原データ P_0 に埋め込まれた透かし情報である位相差パターン W_1 を証明する
方法が存在すれば、上書き攻撃に対する耐性が高いと言える。そこで、上記
の発明に関連して、電子透かし情報である位相差パターン W_1 を証明する以下
5 の発明がなされた。かかる発明も出願の単一性を満たすが、この証明方法の発明は、

(d) 原データ P_0 と複数回他の位相差パターンが埋め込まれたデータ P_i と
の差分を取り出す工程と、

(e) 正規データ P_1 と複数回他の位相差パターンが埋め込まれたデータ P_i
10 との差分を取り出す工程と、

(f) 前記正規の位相差パターン W_1 を、前記 (d) および (e) の工程により
取り出された差分の差分として抽出する工程と

を備えたことを要旨とする。

また、原データ P_0 を、主として低周波成分からなる領域を特定可能なデー
15 タに変換した後、該領域に位相差パターン W_1 の透かし情報を正規に埋め込んだ
正規データ Q_1 に対して、同様の手法により、複数回他の位相差パターン W_i
($i = 2, 3 . . .$) を透かし情報として埋め込んだデータ Q_i が存在する
場合に、原データ Q_0 に埋め込まれた透かし情報である位相差パターン W_1 を
証明する方法の発明は、つぎの工程からなる。即ち、この証明方法は、

20 (g) 原データ Q_0 と複数回他の位相差パターンが埋め込まれたデータ Q_i と
の差分を取り出す工程と、

(h) 正規データ Q_1 と複数回他の位相差パターンが埋め込まれたデータ Q_i
との差分を取り出す工程と、

(i) 前記正規の位相差パターン W_1 を、前記 (g) および (h) の工程により
25 取り出された差分の差分として抽出する工程と

を備えたことを要旨とする。

これらの手法によれば、複数回の上書き攻撃がなされた場合でも、原データ
に正規に埋め込まれた位相差パターンを抽出することができ、いずれのデータ
が正規のデータであるかを容易に証明することができる。

この発明は、以下のような他の態様も含んでいる。第1の態様は、フーリエ変換に代えて、これに等価な変換を用いる態様である。周波数領域への変換により実数部と虚数部を持つような変換であれば、同様に適用することができる。第2の態様は、コンピュータに上記の発明の各工程または各部の機能を実現させるコンピュータプログラムを通信経路を介して供給するプログラム供給装置としての態様である。こうした態様では、プログラムをネットワーク上のサーバなどに置き、通信経路を介して、必要なプログラムをコンピュータにダウンロードし、これを実行することで、上記の方法や装置を実現することができる。更に、上記の透かし情報の埋込や、その検出、認証、証明などを、インターネットなどのネットワーク上に置かれたサイト（サーバ）で、実行するといった形態も考えることができる。この場合には、透かし情報の埋込や検出などの希望者は画像データなどのデジタル化された情報をネットワークを介してこのサイトに送り、ここで自動または手動で、透かし情報の埋込や検出などの処理を受け、処理済みのデータを、ネットワークを介して受け取ればよい。

15

図面の簡単な説明

図1は、本発明の第1実施例としての電子透かし処理装置の構成を示すブロック図である。

図2は、電子透かし埋め込み部42の機能を示すブロック図である。

20 図3は、実施例1の透かし情報の埋め込み処理の手順を示すフローチャートである。

図4は、本実施例において扱われる原画像P0、電子透かしを埋め込んだ画像P1および埋め込まれた位相差パターンW01の一例を示す説明図である。

25 図5は、実施例において得られたフーリエ変換スペクトルの実数部FR、虚数部FIの一部を示す説明図である。

図6は、微小変化分付加ルーチンの詳細を示すフローチャートである。

図7は、データ圧縮による実施例の位相差パターンの変化の様子を示す説明図である。

図8は、同じく下位ビットレートの一部代替による画像と位相差パターンの

変化の様子を示す説明図である。

図 9 は、同じくホワイトノイズによる画像と位相差パターンの変化の様子を示す説明図である。

図 10 は、多重攻撃を受けた画像と位相差パターンの一例を示す説明図である。

図 11 は、実施例 2 の透かし情報の埋め込み処理の手順を示すフローチャートである。

図 12 は、ハールウェーブレット変換の説明図である。

図 13 は、画像の多重解像度解析手順の説明図である。

図 14 は、実施例 2 の遠視透かし埋め込み処理ルーチンのフローチャートである。

図 15 は、実施例 2 の第 2 階層への分解を説明する説明図である。

図 16 は、その透かし埋め込み画像と位相差パターン図である。

図 17 は、その透かし埋め込み画像への多重上書き攻撃の一例の説明図である。

図 18 は、透かし埋め込みによる画質の評価結果の説明図である。

図 19 は、J P E G 圧縮への耐性の評価結果の説明図である。

図 20 は、下位ビットプレーン削除処理への耐性の評価結果の説明図である。

図 21 は、雑音付加への耐性の評価結果の説明図である。

図 22 は、階調変換への耐性の評価結果の説明図である。

発明を実施するための最良の形態

A. 装置の全体構成：

以下、本発明の実施の形態を実施例に基づいて説明する。図 1 は、本発明の一実施例としての電子透かし処理装置 10 の構成を示すブロック図である。この電子透かし処理装置 10 は、CPU 22 と、ROM および RAM を含むメインメモリ 24 と、フレームメモリ 26 と、キーボード 30 と、マウス 32 と、表示装置 34 と、ハードディスク 36 と、モデム 38 と、画像を読み取るスキャナ 39 と、これらの各要素を接続するバス 40 と、を備えるコンピュータで

ある。なお、図 1 では各種のインターフェイス回路は省略されている。モデム 38 は、図示しない通信回線を介してコンピュータネットワーク NT に接続されている。コンピュータネットワーク NT のサーバ SV は、通信回線を介してコンピュータプログラムを電子透かし処理装置 10 に供給するプログラム供給装置としての機能を有する。

メインメモリ 24 には、電子透かし埋め込み部 42 の機能を実現するためのコンピュータプログラムが格納されている。電子透かし埋め込み部 42 の機能については後述する。

この電子透かし埋め込み部 42 の機能を実現するコンピュータプログラムは、フレキシブルディスクや CD-ROM 等の、コンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録された形態で提供される。コンピュータは、その記録媒体からコンピュータプログラムを読み取って内部記憶装置または外部記憶装置に転送する。あるいは、通信経路を介してコンピュータにコンピュータプログラムを供給するようにしてもよい。コンピュータプログラムの機能を実現する時には、内部記憶装置に格納されたコンピュータプログラムがコンピュータのマイクロプロセッサによって実行される。また、記録媒体に記録されたコンピュータプログラムをコンピュータが読み取って直接実行するようにしてもよい。

この明細書において、コンピュータとは、ハードウェア装置とオペレーションシステムとを含む概念であり、オペレーションシステムの制御の下で動作するハードウェア装置を意味している。また、オペレーションシステムが不要でアプリケーションプログラム単独でハードウェア装置を動作させるような場合には、そのハードウェア装置自体がコンピュータに相当する。ハードウェア装置は、CPU 等のマイクロプロセッサと、記録媒体に記録されたコンピュータプログラムを読み取るための手段とを少なくとも備えている。コンピュータプログラムは、このようなコンピュータに、上述の各手段の機能を実現させるプログラムコードを含んでいる。なお、上述の機能の一部は、アプリケーションプログラムでなく、オペレーションシステムによって実現されていても良い。

なお、この発明における「記録媒体」としては、フレキシブルディスクや CD-ROM、光磁気ディスク、IC カード、ROM カートリッジ、パンチカー

ド、バーコードなどの符号が印刷された印刷物、コンピュータの内部記憶装置（RAMやROMなどのメモリ）および外部記憶装置等の、コンピュータが読取り可能な種々の媒体を利用することができる。

5 実施例 1

B. 透かし情報の埋め込み処理 1 :

図 2 は、離散フーリエ変換の実数部または虚数部の位相を制御することで透かし情報を埋め込む電子透かし埋め込み部 4 2 の機能を示すブロック図である。電子透かし埋め込み部 4 2 は、離散フーリエ変換部 5 0 と、微小変化分付加部 5 2 と、フーリエ逆変換部 5 4 とからなる。これらは、各々、変換手段、位相差パターン付加手段、フーリエ逆変換手段に相当する。

各部の機能を簡単に説明する。フーリエ変換部 5 0 は、スキャナ 3 9 により読み取った画像データに対して離散フーリエ変換を行なう。横方向 M 画素、縦方向 N 画素からなる画像 P の離散フーリエ変換 F は、画像 P 0 の画素値を p (m, n) で表わすと、次式 (1) により表わすことができる。なお、m = 0, 1, … M - 1, n = 0, 1, … N - 1 である。

$$F(u, v) = \frac{1}{MN} \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} p(m, n) W \quad \dots (1)$$

$$W = e^{-j2\pi(mu/M + nv/N)}$$

ここで、 $j = \sqrt{-1}$

上記離散フーリエ変換により得られた行列（フーリエスペクトル）F は、画像 P 0 の空間周波数成分を表わしている。ここで、オイラーの公式から

$$\exp(-j\theta) = \cos\theta \pm j\sin\theta$$

であることから、上記行列 F の実数部 $F_R(u, v)$ は偶対称性を有し、虚数部 $F_I(u, v)$ は奇対称性を有する。そこで、 $u = 0, 1, 2, \dots, M-1, v = 0, 1, 2, \dots, N-1$ であることを利用して、 $F(\pm u, \pm v)$ に

ついて検討すると、次式(2)の関係が存在することになる。

$$\begin{aligned}
 &F(u, -v) = F(u, N-v) \\
 &F(-u, v) = F(M-u, v) \\
 5 \quad &F(-u, -v) = F(M-u, N-v) \quad \dots (2)
 \end{aligned}$$

上記行列の周期性に着目して、更に拡張すれば、

$$F(aM+u, bN+v) = F(u, v)$$

が成立していることは容易に理解されよう。なお、 a, b は、いずれも整数
10 である。

微小変化分付加部52は、離散フーリエ変換部50により得られた上記行列
Fに、位相差パターンを電子透かしとして埋め込む。位相差パターンの埋め込
みの実際については、後述するが、上記のフーリエ変換により得られた行列の
対称性を保存するように、行列の所定のスペクトルに微小な偏差を加えている。

15 フーリエ逆変換部54は、電子透かしとしての位相差パターンが埋め込まれ
たデータに対して、フーリエ変換部50が行なった離散フーリエ変換の逆変換
を行なう。この逆変換は、式(1)に対応した記載に従えば、次式(3)とし
て表わすことができる。

$$20 \quad p(m, n) = \sum_{u=0}^{M-1} \sum_{v=0}^{N-1} F(u, v) W^{-1} \quad \dots (3)$$

ここで、逆変換された画素値 $p(m, n)$ も、上述した対称性を有しており、

$$25 \quad p(aM+m, bN+n) = p(m, n)$$

となっている。

次に、図3のフローチャートを参照しつつ、微小変化分付加部52での処理
を中心に、本実施例における電子透かしの埋め込み手法について説明する。図
3は、CPU22が実行する電子透かし埋め込み処理ルーチンを示すフローチ
30 ャートである。画像に電子透かしを埋め込む場合には、まず、画像P0の読み

込みを行なう（ステップS100）。この処理は、既述したように、スキャナ39を駆動して写真などから直接画像データを読み取るものであってもよいし、予め用意した画像ファイルを読み込むものであっても良い。画像ファイルは、例えばCD-ROMなどにより提供されるものでもよいし、モデム38を介して通信により読み込むものであっても良い。図4（A）に、読み込んだ画像P0の一例を示す。この画像P0は、 256×256 画素からなり、各画素毎に256階調（8ビット）の階調値を持っている画像である。

こうして読み込んだ画像データに対して、離散フーリエ変換を行なう（ステップS110）。この離散フーリエ変換は、上述した通りのものであって、離散フーリエ変換部50による上記の演算処理として実現される。なお、離散フーリエ変換部50は、専用のプロセッサにより実現してもよいし、CPU22による演算により実現しても良い。離散フーリエ変換（DFT）を行なう処理はライブラリ化されており、周知のものなので、ここでは説明を省略する。

離散フーリエ変換により、行列 $F(u, v)$ が得られる。得られた行列 F の一部を図5に示した。図5では、便宜的に、要素 $u, v = 0, 1, 2, 3$ および $u, v = 253, 254, 255$ の部分のみを示している。図5（A）は実数部 FR の係数を、（B）は虚数部 FI の係数を、各々示している。なお、上述した対称性から関連ある箇所を把握し易くするため、図5（A）（B）では、要素0, 0を中心にして示している。この行列 F に対して、次に微小変化分の付加を行なう（ステップS120）。その後、微小変化分が付加された行列 F を、逆変換し（ステップS130）、これを電子透かしが埋め込まれた画像データとして出力する（ステップS140）。電子透かしが埋め込まれた後の画像P1を、図4（B）に示した。

微小変化分を付加する処理（ステップS120）は、図6にその詳細を示すが、次のように行なわれる。微小変化分 ΔF の付加は、実数部 FR または虚数部 FI に対して行なうことができる。以下の説明では、虚数部 FI に付加する場合を取り上げるが、実数部 FR に付加することも、対称性の違いに留意すれば、同様に可能である。まず、微小変化分 ΔF を付加する要素を特定する処理を行なう（ステップS122）。微小変化分 ΔF の付加は、高周波領域に付加

するか、あるいは付加する変化分の大きさが小さければ、逆変換により得られる画像上でこれを視認することは困難になる。しかし、高周波領域に付加した場合、データ圧縮により、失われる可能性が生じる。そこで、ここでは、圧縮に対する耐性を高めるために、加える成分の大きさを所定値以下に押さえるものとして、低周波領域に微小変化分 ΔF を加えることにしている。そこで、本実施例では、微小変化分 ΔF を加える領域を低周波領域内で特定している。この実施例では、 $F I(0, 2)$ および $F I(2, 0)$ に、微小変化分 ΔF を加えるものとして、要素を特定している。なお、上述した行列 F の対称性を示す式(2)に従い、微小変化分 ΔF を減算する要素として、 $F I(0, 254)$ および $F I(254, 0)$ もまた特定する。後述するように、どの要素にどの程度の微小変化分 ΔF を加えるかにより、電子透かしとしての位相差パターンの形態は異なるから、どの要素に微小変化分を加えるかということ自体が電子透かしを埋め込むこと(署名)に直結している。したがって、この実施例では、微小変化分 ΔF を付加する要素を固定したり、微小変化分 ΔF の大きさを固定するといった構成とはしていないのである。

次に、加える微小変化分 ΔF の大きさを特定する処理を行なう(ステップS124)。上述したように、微小変化分 ΔF の大きさは、電子透かしが埋め込まれた画像の画質に影響を与えるので、その大きさは制限される。したがって、付加しようとする要素の大きさの2ないし10パーセント程度となるように、この実施例では調整している。ここで、約5パーセントとなるよう特定している。

次に、ステップS122で特定した要素に、ステップS124で特定した大きさの微小変化分 ΔF を付加する処理を行なう(ステップS126)。この実施例では、要素 $F I(0, 2)$ 、 $F I(2, 0)$ に、微小変化分 ΔF として、

$$\Delta F = 1.0 \times 10^{-4}$$

を加算し、要素 $F I(0, 254)$ および $F I(254, 0)$ から同じ値 ΔF を減算した。

以上で微小変化分付加処理を完了し、図3に示したフーリエ逆変換処理を実行することになる。こうして得られた変換済みの画像P1(図4(B)参照)

は、次の数式（４）により表わされる。

$$P1 = \{p1(m, n) \mid m, n = 1, 2, \dots, 255\} \quad \dots (4)$$

- 5 上記の処理が施された画像 P1 は、その空間周波数における虚数成分のみを変化させているので、位相のみが変化していることになる。即ち、得られた画像 P1 は、もとの画像 P0 に対して、付加した微小変化分 ΔF に対応する位相成分 $\Delta \theta$ だけ変化した画像となっている。そこで、二つの画像の画素値 p の差分を求めると、これが位相差 W01 となる。位相差 W01 は、次式（５）として定義される。
- 10

$$W01 = \{w01(m, n) \mid m, n = 1, 2, \dots, 255\}$$

$$\text{但し } w01(m, n) = p0(m, m) - p1(m, n)$$

... (5)

15

- この式（５）における位相差 W01 の絶対値 $|W01|$ を求め、これを図示すると、本実施例では、図 4（C）に示すパターンが得られる。このパターンを、位相差パターンと呼ぶ。この位相差パターン W01 は、微小変化分を加える要素の座標値（u, v）や、付加する変化分 ΔF の大きさにより、様々な模様を採り得る。したがって、この位相差パターン $|W01|$ は、電子透かしとして扱うことが可能である。即ち、
- 20

（１）微小変化分 ΔF を付加する要素の選択

（２）要素に付加される微小変化分 ΔF の大きさ

- の組み合わせを変えることにより、ほぼ無数の位相差パターンのバリエーションを生み出すことができ、電子署名として使用することができるのである。なお、署名として用いられた位相差パターンは、図 4（C）に示したように、二次元的な繰り返しを含む特徴的な形状をしており、図形的なパターンとして人間にとって把握しやすいという利点を有する。また、この電子透かしを埋め込む画像の原画像 P0 は、公開せず秘匿しておく。
- 25

以上本発明の一実施例としての電子透かしの埋め込み装置および埋め込み方法について説明したが、埋め込まれたデータが電子透かしとして機能するためには、いくつかの条件が必要となる。この条件の一つがデータ圧縮などにより発生するノイズに対する耐性であることは既に述べた。本実施例の埋め込み方法によれば、微小変化分 ΔF は低周波領域に付加されているので、高周波領域の情報を削除するタイプの圧縮に対して高い耐性を発揮することも説明したが、これらの耐ノイズ性という点について、いくつかの実例を挙げて説明する。

まず、データ圧縮の場合について検討する。原画像 P_0 に対して上述した手法により電子透かしの埋め込んだ。即ち、原画像 P_0 のフーリエスペクトルに対して位相差パターン W_{01} に対応した微小変化分 ΔF を付加し、これを逆変換して画像 P_1 を得た。次に、この画像 P_1 をJ P E G方式で75パーセントに圧縮した。圧縮により、元の画像の情報の一部が失われ、ノイズが発生する。図7にこの一例を示す。図7に示した例では、画像 P_1 に埋め込まれている位相差パターン $|W_{01}|$ (図7 (A) 参照) に対して、圧縮後の画像 P_1' から抽出された位相差パターン $|W_{01}'|$ は、図7 (B) のようになり、かなりのノイズが重畳されることが理解される。しかし、この場合でも、位相差パターンの形態自体は崩れておらず、これを署名として利用することができる。

次に、下位ビットプレーンの削除に対して、本実施例の電子透かしがどの程度の耐性を持っているかを示す。図8 (A) は、原画像 P_0 に埋め込まれる位相差パターンをしめす。署名された画像 P_1 において、その下位ビットプレーン0から2までのデータを削除し、代わりに0で埋める処理を行なった。この結果得られた画像 P_1' を、図8 (B) に示した。下位ビットプレーン0ないし2を、0で埋めたことによりノイズが生じるが、この画像 P_1' と原画像 P_0 との差分として抽出される位相差パターン $|W_{01}'|$ は、図8 (C) に示すように、埋め込んだ位相差パターンの特徴を残しており、電子透かしとして機能する。

更に、位相差パターンを電子透かしとして埋め込んだ画像に、 -40 dB から $+40\text{ dB}$ のホワイトノイズを加えた場合についても検討した。図9 (A)

に示す位相差パターン | W01 | を埋め込んだ後、上記のホワイトノイズが付加された画像を図 9 (B) に示した。この画像 P 1' と原画像 P 0 との差分として抽出される位相差パターン | W01' | は、図 9 (C) に示すように、埋め込んだ位相差パターンの特徴を良く残している。したがって、こうしたホワイトノイズが重畳した場合でも、本実施例による電子透かしは十分に機能することが了解される。

以上、本実施例の電子透かしが、種々のノイズに対して耐性が高いことを示したが、電子透かしに要求されるもう一つの条件は、正規の権限を有するものだけが透かしを取り出すことができ、また不正な手法でこの透かし情報を消去したり改竄したりできないことである。この点について以下説明する。

本実施例では電子透かしを埋め込んだ画像 P 1 は、公開するが、原画像 P 0 は、公開しない。とすると、電子透かしが埋め込まれた画像 P 1 から、権限なき者が透かし情報を読み取ることができないことがまず必要とされる。電子透かしが埋め込まれた画像 P 1 は、原画像 P 0 とそのフーリエスペクトルに加えた微小変化分 ΔF のみから作り出されている。したがって、原画像 P 0 が秘匿されていれば、署名済みの画像 P 1 から、第三者が署名に相当する位相差パターン | W01 | を取り出すことはできない。

しかも、署名済みの画像 P 1 をフーリエ変換してフーリエスペクトルを得たとしても、微小変化分 ΔF の大きさおよびこれが付加された要素 $F(u, v)$ を特定することもできない。位相差パターン | W01 | を分離するために必要な微小変化分 ΔF の大きさは要素の値に対して数パーセントで足りるから、フーリエスペクトルを見ても際だって目立つことはない。したがって、本実施例のように、5 パーセント程度変化させられている要素の値から、いずれかの要素に加えた微小変化分を推定することはできない。

次に、この電子透かしに対して上書きがなされた場合について検討する。電子透かしに対する上書きには、様々な手法が考えられるが、最も影響が大きいものの一つは、同じアルゴリズムを用いた上書きである。上述した署名済みの画像 P 1 から、微小変化分 ΔF の大きさやこれが付加された要素 $F(u, v)$ を判読または推定することはできないから、全く同じ条件で微小変化分が付加

されることがあり得ないとする。しかし、この位相差パターンの考え方を理解している者が、同じアルゴリズムを用いた上書き攻撃を試みる可能性は存在する。そこで署名済みの画像 P_1 に対して1回以上の上書き攻撃がなされた場合を考える。このとき、 i 番目の攻撃を行なった者（以下、 i 番目の偽造者と呼ぶ）は、入手した画像 P_{i-1} を原画像であると考えてこれに位相差パターンを埋め込み、得られた画像 P_i を公開して署名済みの画像であると主張する。この場合 i 番目の偽造者は、両画像の差

$$W_{i-1,i} = P_{i-1} - P_i \quad (i = 2, 3, \dots)$$

をもって正規の透かしパターンであると主張することになる。

- 10 このとき、画像 P_0 の正当な所有者（正規の署名者）は、自己が公開した画像 P_1 と、 i 番目の偽造者が公開した画像 P_i とを用いて、容易に、

$$W_{0i} = P_0 - P_i$$

$$W_{1i} = P_1 - P_i$$

を作成することができる。こうして得られた位相差 W_{0i} 、 W_{1i} の更に差分を求めると、

$$\Delta W = W_{0i} - W_{1i} = P_0 - P_i - (P_1 - P_i) = P_0 - P_1 = W_{01}$$

- となり、画像 P_0 の正当な所有者は、偽造されて公開された画像 P_i から、直ちに自己の署名 W_{01} を取り出すことができる。これは、公開した画像 P_1 に、多重に上書き攻撃を加えても、画像 P_i には、依然として、正規の署名が保存されていることを意味している。

- 20 この関係を $i = 2$ のケースについて例示したのが、図 10 (a) ないし (g) である。図 10 (a) に示した原画像 P_0 に対して正規の署名として図 10 (d) の位相差パターン $|W_{01}|$ を加える処理 S_1 がなされ、この処理により得られた画像 P_1 (図 10 (b)) に、偽造者により他の位相差パターンを加える処理 S_2 がなされて、図 10 (c) に示す画像 P_2 が公開されたとする。この場合、公開された画像 P_2 と原画像 P_0 とから、図 10 (e) に示した位相差パターン $|W_{02}|$ を得ることができる。同様に、正規の所有者が公開した画像 P_1 と原画像 P_0 とから図 10 (f) に示した位相差パターン $|W_{12}|$ を得ることもできる。両者の差分を求めると、図 10 (g) に示す位相差パターンを得る

ことができる。これは、正規の所有者が原画像に与えた署名と一致している。この例では、 $i = 2$ としたので、偽造者が加えた位相差パターン $W12$ 自体が求められているが、 $i = 3$ 以上の場合のように、偽造者が加えた位相差パターン自体は未知であって差し支えない。本発明の署名によれば、偽造者が加えた位相差パターンが不明であっても、正規の所有者が埋め込んだ位相差パターンを、複数回の上書き攻撃がなされた画像から取り出すことができるのである。

以上説明したように、本実施例の電子透かしの埋め込み方法により埋め込んだ電子透かしは、データ圧縮に対してもまた複数回の上書き攻撃に対しても、十分な耐性を有する。なお、図7ないし図9を用いて説明したノイズやデータ圧縮と上記の上書き攻撃とが重複した場合でも、原画像 $P0$ に加えた位相差パターンは保存され、電子透かしとして用いることができる。

実施例2

C. 透かし情報の埋め込み処理2：

図11は、電子透かし埋め込み部42の他の実施例である機能ブロック図である。この実施例における電子透かし埋め込み部42は、データ圧縮処理とフーリエ変換の実数部または虚数部の位相を制御する処理とを組み合わせることで、透かし情報を埋め込む。従って、データ圧縮関連の処理を除いては前述の実施例1と同様であるため、以下は本実施例に特徴的な部分について説明する。

電子透かし埋め込み部42は、データ圧縮処理部60と、実施例1と同じ離散フーリエ変換部62、微小変化分付加部64、フーリエ逆変換部66と、データ逆圧縮（伸長）処理部68とからなる。このデータ圧縮処理部60がデータ変換手段に、データ逆圧縮（伸長）処理部68が逆変換手段に相当する。

本実施例に特有の機能を簡単に説明する。データ圧縮処理部60は、スキャナ39により読み取った画像データに対してウェーブレット変換（Wavelet Transform）を行なう。このウェーブレット変換の詳細は「ウェーブレットビギナーズガイド」（東京電機大学出版局 1995）に詳しい。本実施例では、その中でも最も簡単なハール（Haar）基底を用いる直交ウ

ウェーブレット変換について述べる。

図 1 2 (a) に示す 2×2 画素の領域に対して次式 (6) の変換を定義する。

$$\begin{bmatrix} \omega 0 \\ \omega 1 \\ \omega 2 \\ \omega 3 \end{bmatrix} = \frac{1}{4} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I 0 \\ I 1 \\ I 2 \\ I 3 \end{bmatrix}$$

... (6)

5

その結果を同図 (b) に示す。この演算規則を与えられた画像の全域に対して図 1 3 に示す手順で逐次 $1/2 \times 1/2$ の領域に適用する方法をハールウェーブレット変換と呼んでいる。この分割は LL n 部分が 1×1 要素になるまで n 回再帰的に繰り返すことが可能である。また、原画像が縦横半分に分割されたとき、第 1 階層における LL 1 は直流成分、LH 1 は横方向の差分、HL 1 は縦方向の差分、HH 1 は斜め方向の差分情報をそれぞれ表現している。また、LL は多重解像度近似 (MRA 成分と呼ぶ)、LH, HH, HL は多重解像度表現 (MRR 成分と呼ぶ) を表している。すなわち、LL 部分が画像の内容を表す低周波成分をもっており、他の部分は画像の高周波成分を示している。

10 一方、一般に行なわれているデータ圧縮技術においては、画像のもつ高周波成分を削除するアルゴリズムが主流である。従って、画像の高周波領域に透かし情報を埋め込むと、この画像を圧縮する際、透かし情報が失われてしまう可能性がある。

そこで、実施例 1 にて説明したフーリエ変換に先立って原画像データをウェーブレット変換し、原画像の輝度情報を豊富に保有している多重解像度近似 (MRA) 成分にフーリエ変換を施し、位相差パターンによる透かし情報を埋め込むのである。この処理方法によれば、フーリエ変換による位相差パターンの埋め込み単独では弱いデータ圧縮処理への耐性が強化され、ウェーブレット変換単独では防ぐことができない上書き攻撃を容易に識別することができる

25 という優れた相乗効果を発揮する。

こうしたデータ圧縮処理部60による処理の後に、実施例1と同じ離散フーリエ変換部62、微小変化分付加部64、フーリエ逆変換部66による処理を行なって位相差データを埋め込み、最後にウェーブレット逆変換を行なうデータ逆圧縮(伸長)処理部68によって電子透かし埋め込み済みの画像データを
5 得るのである。

以下、図14のフローチャートを参照しつつ、本実施例における電子透かしの埋め込み手法について説明する。図14は、CPU22が実行する電子透かし埋め込み処理ルーチンを示すフローチャートである。画像に電子透かしの埋め込む場合には、まず、画像P0の読み込みを行ない(ステップS200)、
10 読み込んだ画像データに対して、ウェーブレット変換を行なう(ステップS210)。図15は、前述した実施例同様に図4(A)の画像データP0を原画像とし、第2階層へと分解したときの画像データを示している。破線で囲った領域LL2が、MRA成分を示しているが、上述した式(6)から了解されるように、この領域はダウンサンプリングされた通常の数値データと何ら変わるところがなく、主として低周波成分からなる領域である。
15

この領域LL2の画像データに対して離散フーリエ変換を施し(ステップS220)、こうして得られた虚数部F1の座標(0, 2)及び(2, 0)に注目し、透かし信号S1として $\Delta F1(0, 2) = \Delta F1(2, 0) = 1.0 \times 10^2$ を付加する(ステップS230)。なお、この時には同時に、その対称性を維持するために $\Delta F1(0, 62)$ および $\Delta F1(62, 2)$ に、 -1.0×10^2 を加える処理を行なう。
20

この結果をフーリエ逆変換し(ステップS240)、その後、図15に示した全画像に対して、最上位層までウェーブレット逆変換を施し(ステップS250)、最終目的である電子透かし情報が埋め込まれた画像を出力する(ステップS260)。この一連の処理により得られた変換済みの画像Q1($= \{q1(m, n) \mid m, n = 0, 1, 2, \dots, 255\}$)は、図16(a)に示すように、微小変化分 $\Delta F1$ に対応して、位相成分が $\Delta \theta$ だけ変化した画像となる。電子透かし情報を付加したことによる原画像P0からの画質の劣化は認められない。また、こうして得られた画像Q1を、高周波成分を削除する

いわゆる非可逆的な圧縮方法で圧縮しても、電子透かしは、低周波成分に対応した領域 $L L 2$ に加えられていることから、失われることがない。

- こうして付加された電子透かし、即ち位相差パターンは、2つの画像 $\{P 0, Q 1\}$ 間の各画素値の差分、すなわち位相差 $W 0 1$ として、第1実施例同様、
- 5 次のようにして得られる。図15に示す画像 $L L 2$ に何の処理も施さず、そのまま最上階層までウェーブレット逆変換した画像を $Q 0$ ($= \{q 0(m, n) \mid m, n = 0, 1, 2, \dots, 255\}$) で表すと、 $Q 0 \doteq P 0$ であるから、この $Q 0$ と変換済みの画像 $Q 1$ との位相差 $W 0 1$ の絶対値 $|W 0 1|$ を求めて図示すると、前述の図16(b)の位相差パターンが得られる。これを、
- 10 電子透かしとして扱うことが可能である。

- 本実施例にあっても、位相差パターンを求めるに当たり原画像 $P 0$ が必要であるから、この原画像を秘密状態に保管しておけば、第三者は、変換済みの画像 $Q 1$ のみから、電子透かしの情報を抽出することはできない。また、 $Q 1$ から $\Delta F I(u, v)$ を推定することも前記第1実施例同様に困難である。
- 15 更に、同じアルゴリズムを用いた上書き攻撃についても、同様に十分な耐性を有する。すなわち、 i 番目の攻撃を行なう者は、入手した画像 Q_{i-1} を原画像であると考えてこれをウェーブレット変換し、同じアルゴリズムを使って透かし信号 $S i$ を加え、ウェーブレット逆変換して $Q i$ を作成する。そして、この画像 $Q i$ を公開し、 $W_{i-1} = Q_{i-1} - Q i$ をもって偽造者 i の透かしパターン
- 20 であると主張する。

そこで、画像 $P 0$ の正当な所有者（正規の署名者）は、自己が公開した画像 $Q 1$ と、 i 番目の偽造者が公開した画像 $Q i$ とを用いて、容易に、

$$W 0 i = Q 0 - Q i$$

$$W 1 i = Q 1 - Q i$$

- 25 を作成することができる。そして、画像 $Q 0$ ($\doteq P 0$) の所有者は、公開された画像 $Q i$ の中に既に $W 0 1$ が埋め込まれていることを次のように証明することができる。すなわち、

$$W 0 i - W 1 i = (Q 0 - Q i) - (Q 1 - Q i) = Q 0 - Q 1 = W 0 1 \quad (7)$$

となり、画像 $Q 0$ の正当な所有者は、偽造されて公開された画像 $Q i$ から、直

ちに自己の署名W01を取り出すことができるのである。

この関係を $i = 2$ のケースについて例示したのが、図17(a)ないし(g)である。図17(a)に示した原画像Q0に対する透かし信号S1によってQ1が得られ、画像Q0、Q1から位相差パターン図(d)が生成される。同様な透かし信号S2によってQ1が上書きされても、同図(g)に示すように画像Q2の中に、正当な位相差パターンが保存されていることが直ちに理解される。

更に過酷な上書き攻撃として結託攻撃がある。これは、原画像P0の所有者が2人以上の人物に、原画像P0のコピー（但し、埋め込まれた電子透かし情報は異なる）を正当な手段で配布したとき、その受領者が結託して原画像P0を推定することが可能であるか否かという問題である。電子透かしは、配布の形態を考えると、同じ画像に対して、異なる署名を用いなければならない場合が存在する。例えば、一つの画像を二以上のものに正規に配布した後で、不正なコピーが配布された場合は、その流出元を探索するためには、正規に配布された画像には、異なる署名がなされていることが必要になる。複数のコピーを、異なるチャンネルに正規に配布する場合には、異なる署名を付加することが望ましいが、同じアルゴリズムで異なる電子透かしを埋め込んだ2以上の画像が存在すると、原画像を秘密状態に保管しておいても、配布された2以上の画像から、電子透かしを特定し、これを攻撃することが容易となりやすい。

この結託攻撃に対する本実施例の電子透かしの耐性について簡略に検討する。議論を簡単にするために、コピー受領者をa、bとし、それぞれに異なる透かし信号を埋め込んだ画像Q1a、Q1bを配布したとする。このとき、Q1a、Q1bのフーリエ変換による周波数スペクトルF1a、F1bの差分を作ると、透かし信号S1a、S1bを知ることができる。従って、仮にS1a \neq S1bならば(S1a、S1b)の結果とフーリエスペクトルF1a、F1bから、原画像のフーリエスペクトルF0を推定し、これを逆変換することで原画像P0の近似画像Q0を再構築することができる。この場合、結果的に透かし信号S1を察知することができることになる。そこで、こうした結託攻撃に対処するためには、微小変化分 ΔF を、微小変化分 ΔF を埋め込んだ後、画

像を異なる圧縮率で圧縮して、周波数スペクトル $F1a$, $F1b$ の分布を歪ませておけばよい。あるいは、付加する微小変化分 ΔF の絶対値は異ならせるものの、微小変化分 ΔF を加えるフーリエスペクトル上の位置を同一にしておけばよい。後者の例を、図 17 (h) ないし (j) に示す。図 17 (h) は、周波数スペクトル $F1a$, $F1b$ 上の同一個所に異なる量の透かし信号 $S3$ を埋め込んだときに得られる画像を、同図 (i) は透かし信号 $S3$ に対する位相差パターンを、各々示している。この例では、同図 (j) に示す周波数スペクトル $F1a$, $F1b$ の差分値 $|S1a - S1b|$ は、同じ箇所に累積した値として現われるから、二つのコピー画像にそれぞれ付加した電子透かしに対応したスペクトル値を予想することは実質上まったく困難である。

以下、その他の画像処理に対する本実施例の優位性について説明する。図 18 (a) ~ (c) は、電子透かしを埋め込んだ画像 $Q1$ を作成するために必要とした微小変化分 $\Delta F1(u, v)$ の値を変化させたときの出力画像、位相差パターンを、対応づけて示す説明図である。埋め込み情報が大きくなるに従い画質の劣化を招き、画像が乱れるが、埋め込み量が $\Delta F1(u, v) = 2.0 \times 10^2$ 程度までは出力画像に視覚的な劣化は認められず、必要十分な実用性が認められることが理解されよう。

図 19 は、データ圧縮処理と上書き攻撃についての実験である。図 19 (a) は、第 2 実施例の手法により電子署名が埋め込まれた画像 $Q1$ の位相差パターン $|W01|$ を示しており、この画像 $Q1$ を J P E G 方式で 75 パーセントに圧縮した場合の画像を、同図 (b) に示す。この画像 $Q'1$ には、非圧縮の $Q0(=P0)$ との差分に相当するノイズが生じる。このとき、位相差パターン $W01$ は、同図 (c) に示したように、 $W'01 = Q0 - Q'1$ に変化する。そして、この $Q'1$ に対して第三者が、同図 (d) に示す位相差パターン $W''12 (=Q'1 - Q'2)$ を、電子透かしとして埋め込むと、画像の位相差パターン $W02$ は、同図 (e) に示すように、 $W'02$ に変化する。この場合でも、画像 $Q1$ と画像 $Q2$ との差分として得られる位相差パターンの $W'12$ (図 19 (f) 参照) を用いて、

$$W'02 - W'12 = W'01 \doteq W01 \quad (8)$$

として元の位相差パターン $W01$ を取り出すことができる。

図20は、下位ビットプレーンの削除に対して、第2実施例の電子透かしがどの程度の耐性を持っているかを示す説明図である。同図(a)は、電子透かしとして付加された位相差パターン $|W01|$ を示す。この透かし信号 $S1$ を埋め込んだ画像 $Q1$ のビットプレーン0から1までのデータを削除し、替わりに0で埋め、最大値が255になるような正規化する処理を行なった。このとき得られた画像 $Q'1$ を、同図(b)に示した。下位のビットプレーンを削除すると、この画像 $Q'1$ と原画像 $P0$ との差分にノイズが発生し、位相差パターン $W01$ は、同図(c)に示す位相差パターン $W'01$ に、変化した。この画像 $Q'1$ に対し、第三者が、同図(d)に示す位相差パターン $W''12 (= Q'1 - Q'2)$ を、新たな電子透かしとして埋め込んだとき、同図(e)に示した位相差パターン $W'02$ が得られる。この場合でも、同図(f)に示した位相差パターン $W'12$ を用いて、上式(8)で示したように、元の位相差パターン $W01$ とほぼ同じパターンを得ることが可能である。また、削除するビットプレーンを変えて実験を行なった結果、ビットプレーンは0~3までであれば、削除しても、位相差パターンを復元できた。

次に、電子透かしを埋め込んだ画像に種々のノイズを加えた場合の透かしの保存性について説明する。図21は、原画像 $P0$ に、(a)に示す位相差パターン $W01$ を電子透かし信号 $S1$ として埋め込んだ画像 $Q1$ に対し、 -40 dB から $+40\text{ dB}$ のガウス性雑音を加えた場合についての検討結果を示す説明図である。雑音が付加された画像 $Q'1$ を、同図(b)に示す。この場合、原画像 $P0$ との差分がノイズとなり、埋め込まれた位相差パターン $W01$ は、同図(c)に示すように、パターン $W'01$ に変化する。かかるノイズが加えられた画像 $Q'1$ に対し、第三者が同図(d)に示す位相差パターン $W''12 (= Q'1 - Q'2)$ を、電子透かしとして埋め込んだとき、位相差パターン $W'02$ は、同図(e)のように変化する。かかる場合でも、二つの画像の差分として得られる位相差パターン $W'12$ (図21(f)参照)を用いて、式(8)で示したように、正規の電子透かしに対応した位相差パターン $W01$ とほぼ同じパターンを得ることが可能である。すなわち、こうしたノイズの重

量に対しても本実施例による電子透かしは十分に機能する。

図 2 2 は、誤差拡散法を用いた階調変換に対する検討結果を示す説明図である。同図 (a) は位相差パターン $|W01|$ を示しており、この位相差パターン $W01$ を、透かし信号 $S1$ として埋め込んだ画像 $Q1$ を 6 階調に落とす処理を行なった結果を、同図 (b) に示した。階調を低減したことにより画像 $Q'1$ が得られた。この画像 $Q'1$ と原画像 $P0$ との差分にはノイズが発生し、埋め込まれた位相差パターン $W01$ は、同図 (c) に示したパターン $W'01$ に変化する。この画像 $Q'1$ に対し、第三者が同図 (d) に示す位相差パターン $W''12 (= Q'1 - Q'2)$ を電子透かしとして埋め込んだとき、位相差パターン $W02$ は、同図 (e) に示したパターン $W'02$ に変化する。この場合でも、同図 (f) に示した位相差パターン $W'12$ を用い、上述した式 (8) で示した演算操作を行なうことにより、容易に、正規の電子透かしに対応した位相差パターン $W01$ とほぼ同じパターンを得ることができる。

以上説明したように、第 2 実施例の電子透かしの埋め込み方法により埋め込んだ電子透かしは、データ圧縮に対してもまた複数回の上書き攻撃に対しても、十分な耐性を有するばかりでなく、最も悪意的な結託攻撃に対しても実用的な耐性を付与することができる。また、図 1 9 ないし図 2 2 を用いて説明したノイズやデータ圧縮と上記の上書き攻撃とが重複した場合でも、原画像 $P0$ に加えた位相差パターンは保存され、電子透かしとして用いることができる。

以上本発明のいくつかの実施例について説明したが、本発明は上記の実施例や実施形態に限られるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の態様において実施することが可能である。例えばフーリエ変換により得られた行列の実数部に、微小変化分を付加することも何ら差し支えない。また、フーリエ変換された行列の高周波領域に対応する要素に、微小変化分を付加するものとしても良い。更に、主として低周波成分からなる領域が特定できる変換方法としては、ウェーブレット変換に何ら限定されるものではなく、他の変換方法を採用することも何ら差し支えない。もとより、ウェーブレット変換も、ハール基底を用いるものに限定されるものではなく、他の手法を用いたウェーブレット変換を用いこるともできる。

産業上の利用可能性

本発明は、電子データへの透かし情報の埋込装置や電子認証などの装置として適用可能である。こうした装置は、著作権情報の埋込などにも適用することができる。また、電子決済などにおける本人認証などの分野でも用いることができる。暗号装置や暗号の埋込、送信、復号などの分野でも用いることができる。

請求の範囲

1. 透かし情報を原データに埋め込む方法であって、
 - (a) 原データを離散フーリエ変換する工程と、
 - 5 (b) 該フーリエ変換により得られた実数部または虚数部に、透かし情報として予め定めた位相差パターンに対応した微小変化分を付加する工程と、
 - (c) 該微小変化分を付加したデータをフーリエ逆変換することにより透かし情報を埋め込んだデータを生成する工程とを備える電子透かしの埋め込み方法。
- 10 2. 前記工程 (b) は、実数部あるいは虚数部の特定周波数 (m , n) のスペクトル $F(m, n)$ に微小な変化分 ΔF を付加する工程である請求の範囲第 1 項記載の電子透かしの埋め込み方法。
- 15 3. 前記工程 (b) は、前記実数部または虚数部の対称性を保存して前記微小な変化分 ΔF の付加を行なう工程である請求の範囲第 2 項記載の電子透かしの埋め込み方法。
- 20 4. 前記付加する微小変化分は、付加されるスペクトルの 2 ないし 10 パーセントの大きさである請求の範囲第 3 項記載の電子透かしの埋め込み方法。
5. 前記工程 (b) により微小変化分を付加する実数部または虚数部は、低周波領域内の成分である請求の範囲第 1 項記載の電子透かしの埋め込み方法。
- 25 6. 請求の範囲第 1 項記載の電子透かしの埋め込み方法であって、
前記工程 (a) の離散フーリエ変換に先立って、原データを、主として低周波成分に対応した領域が特定可能なデータに変換する工程 (a0) と、前記工程 (c) のフーリエ逆変換の後に前記工程 (a0) で行なったデータ変換の逆

変換を施す工程 (a x) とを付加すると共に、

前記工程 (a) では、前記工程 (a 0) により変換されたデータのうち前記主として低周波成分に対応した領域のデータに対して、前記離散フーリエ変換を行なう電子透かしの埋め込み方法。

5

7. 前記データ圧縮およびデータ圧縮の逆変換は、ウェーブレット変換およびウェーブレット逆変換である請求の範囲第6項記載の電子透かしの埋め込み方法。

10 8. 前記原データは、二次元的な画像データである請求の範囲第1項記載の電子透かしの埋め込み方法。

9. 原データに、請求の範囲第1項記載の手法により、透かし情報が埋め込まれた署名済みデータが存在する場合に、該埋め込まれた透かし情報を検出する方法であって、

15

前記原データと前記署名済みデータとの差分を位相差パターンとして取り出し、

該位相差パターンを前記署名済みのデータの電子透かしとして検出する電子透かしの検出方法。

20

10. 原データに、請求の範囲第6項記載の手法により、透かし情報が埋め込まれた署名済みデータが存在する場合に、該埋め込まれた透かし情報を検出する方法であって、

25

前記原データを前記工程 (a 0) により変換し、

前記署名済みデータを前記工程 (a 0)

により変換し、

両変換されたデータの差分を位相差パターンとして取り出し、

該位相差パターンを前記署名済みデータの電子透かしとして検出する電子透かしの検出方法。

- 1 1. 原データ P 0 に位相差パターン W 1 の透かし情報を正規に埋め込んだ正規データ P 1 に対して請求の範囲第 1 項記載の方法により、複数回他の位相差パターン W i (i = 2, 3 . . .) を透かし情報として埋め込んだデータ P i が存在する場合に、原データ P 0 に埋め込まれた透かし情報である位相差
- 5 パターン W 1 を証明する方法であって、
- (d) 原データ P 0 と複数回他の位相差パターンが埋め込まれたデータ P i との差分を取り出す工程と、
- (e) 正規データ P 1 と複数回他の位相差パターンが埋め込まれたデータ P i との差分を取り出す工程と、
- 10 (f) 前記正規の位相差パターン W 1 を、前記 (d) および (e) の工程により取り出された差分の差分として抽出する工程と
- を備えた証明方法。

- 1 2. 原データ P 0 を、主として低周波成分からなる領域を特定可能なデータに変換した後、該領域に位相差パターン W 1 の透かし情報を正規に埋め込んだ正規データ Q 1 に対して請求の範囲第 1 項または第 6 項記載の方法により、複数回他の位相差パターン W i (i = 2, 3 . . .) を透かし情報として埋め込んだデータ Q i が存在する場合に、原データ Q 0 に埋め込まれた透かし情報である位相差パターン W 1 を証明する方法であって、
- 15 (g) 原データ Q 0 と複数回他の位相差パターンが埋め込まれたデータ Q i との差分を取り出す工程と、
- (h) 正規データ Q 1 と複数回他の位相差パターンが埋め込まれたデータ Q i との差分を取り出す工程と、
- (i) 前記正規の位相差パターン W 1 を、前記 (g) および (h) の工程により取り出された差分の差分として抽出する工程と
- 25 を備えた証明方法。

- 1 3. 透かし情報を原データに埋め込む装置であって、
- 原データを離散フーリエ変換する変換手段と、

該フーリエ変換により得られた実数部または虚数部に、透かし情報として予め定めた位相差パターンに対応した微小変化分を付加する位相差パターン付加手段と、

- 5 該微小変化分を付加したデータを逆変換することにより透かし情報を埋め込んだデータを生成するフーリエ逆変換手段と
を備える電子透かしの埋め込み装置。

14. 透かし情報を原データに埋め込む装置であって、

- 10 原データを、主として低周波成分に対応した領域を特定可能なデータに変換するデータ変換手段と、

該変換されたデータのうち、前記領域に対応するデータを離散フーリエ変換する変換手段と、

- 15 該フーリエ変換により得られた実数部または虚数部に、透かし情報として予め定めた位相差パターンに対応した微小変化分を付加する位相差パターン付加手段と、

該微小変化分を付加したデータをフーリエ逆変換するフーリエ逆変換手段と、

- 20 該フーリエ逆変換されたデータを他の領域のデータと共に、前記変換の逆変換することにより透かし情報を埋め込んだデータを生成する逆変換手段と
を備える電子透かしの埋め込み装置。

15. 透かし情報を原データに埋め込むプログラムをコンピュータにより読み取り可能に記憶した記憶媒体であって、

原データを入力する機能と、

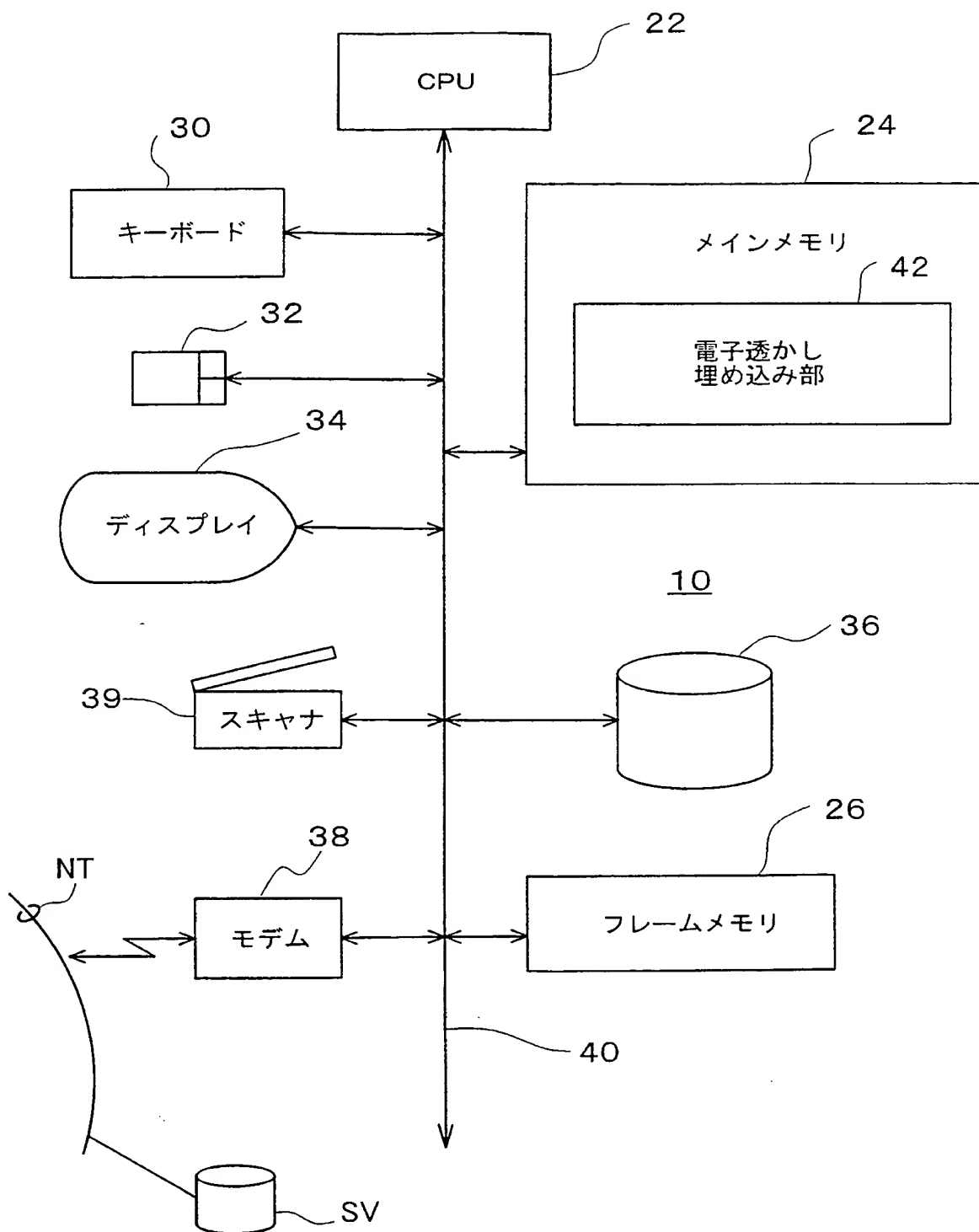
- 25 該入力した原データを離散フーリエ変換する機能と、

該フーリエ変換により得られた実数部または虚数部に、透かし情報として予め定めた位相差パターンに対応した微小変化分を付加する機能と、

該微小変化分を付加したデータを逆変換したデータを出力する機能と
をコンピュータにより実現可能に記憶した記憶媒体。

16. 透かし情報を原データに埋め込むプログラムをコンピュータにより読み取り可能に記憶した記憶媒体であって、
原データを入力する機能と、
- 5 原データを、主として低周波成分に対応した領域を特定可能なデータに変換する機能と、
該変換されたデータのうち、前記領域に対応するデータを離散フーリエ変換する機能と、
該フーリエ変換により得られた実数部または虚数部に、透かし情報として予め定めた位相差パターンに対応した微小変化分を付加する機能と、
該微小変化分を付加したデータをフーリエ逆変換する機能と、
該フーリエ逆変換されたデータを他の領域のデータと共に、前記変換の逆変換することにより透かし情報を埋め込んだデータを生成する機能と
をコンピュータにより実現可能に記憶した記憶媒体。
- 10

図 1



2/20

図2

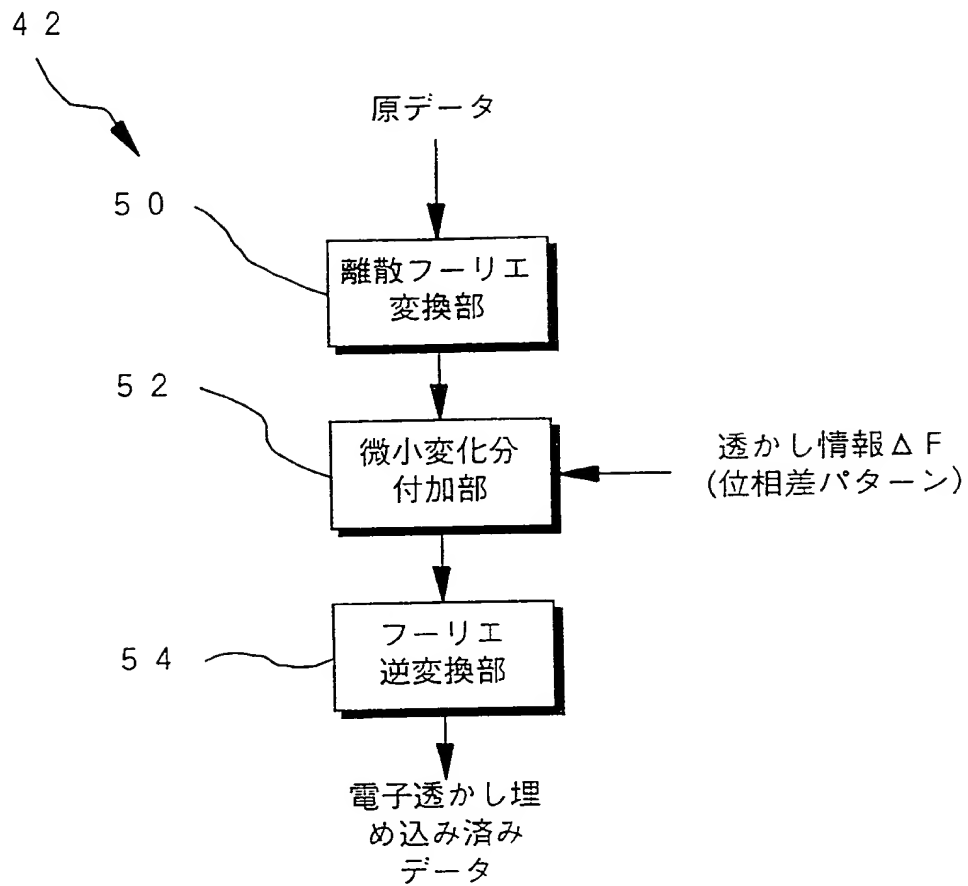
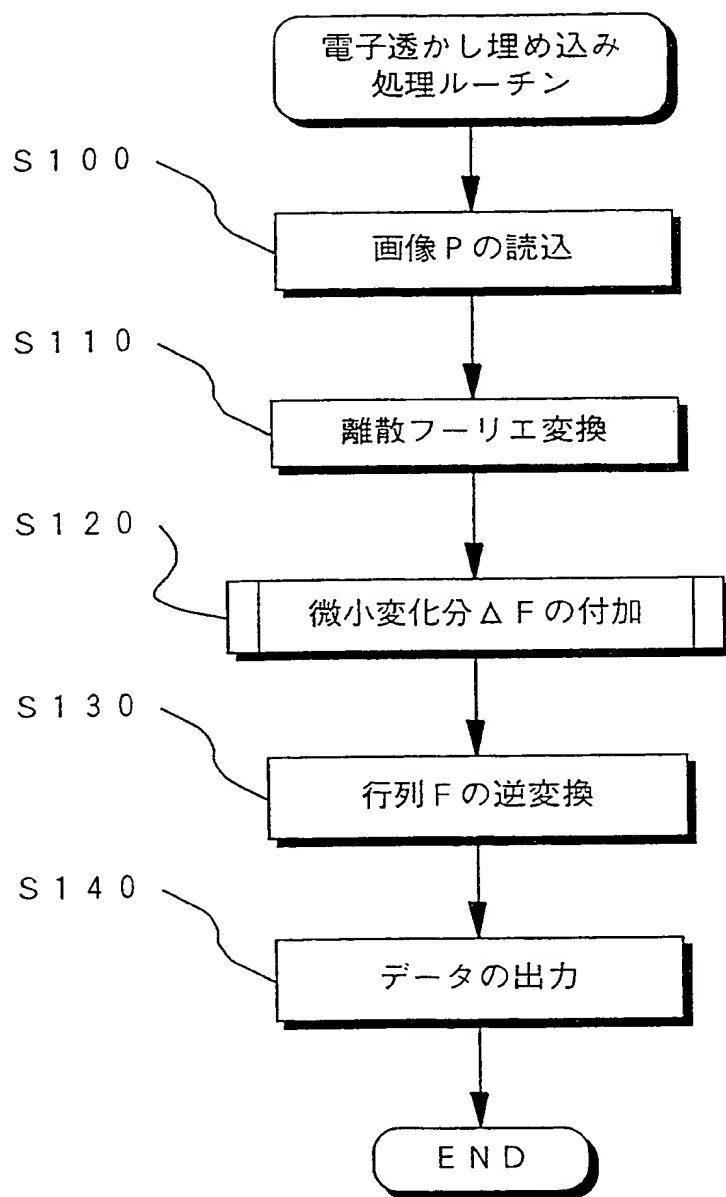


図3



4/20

☒ 4

(A)
P 0



(B)
P 1



(C)
| W 0 1 |

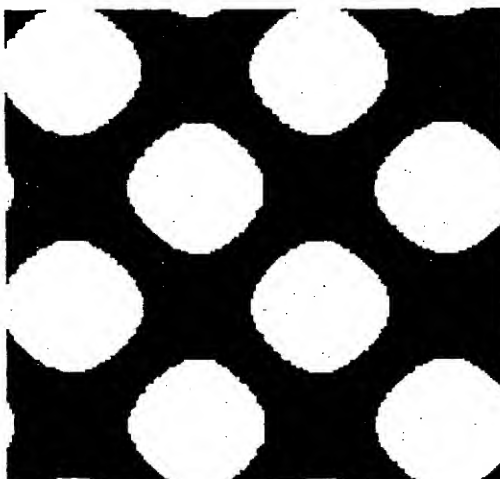


図 5

(A) 実数部 F R

	253	254	255	0	1	2	3
253	0.28	-0.12	-0.14	-0.04	0.17	0.09	0.02
254	0.02	0.20	-0.32	0.38	-0.07	-0.23	-0.17
255	0.02	-0.07	-0.35	-0.09	-0.01	0.25	0.22
0	0.13	-0.16	-0.03	6.46	-0.03	-0.16	0.13
1	0.22	0.25	-0.01	-0.09	-0.35	-0.07	0.02
2	-0.17	-0.23	-0.07	0.38	-0.32	0.20	0.02
3	0.02	0.09	0.17	-0.04	-0.14	-0.12	0.28

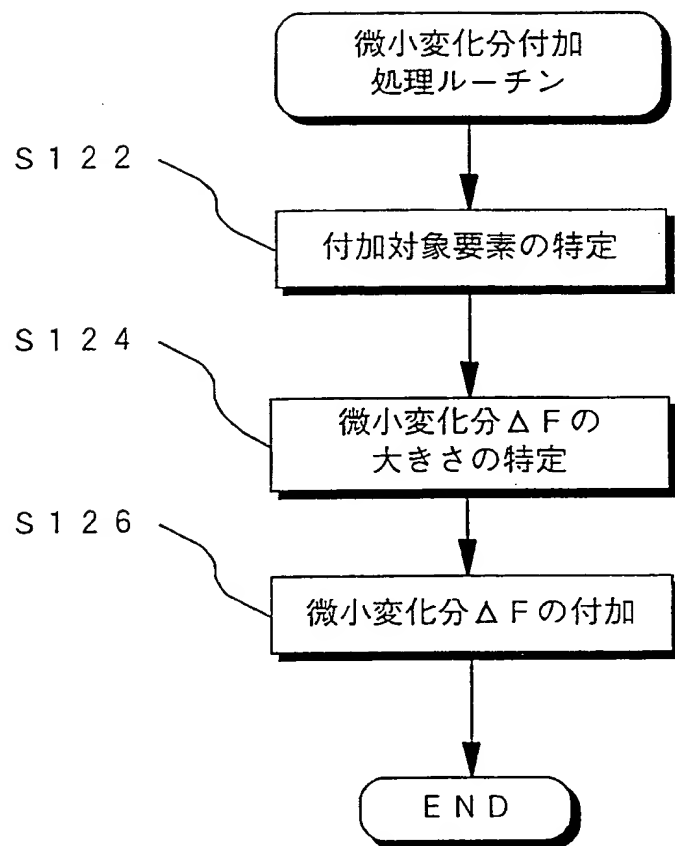
1.0e+006 *

(B) 虚数部 F I

	253	254	255	0	1	2	3
253	0.21	-1.93	4.74	-1.91	2.72	2.74	0.42
254	-1.47	1.47	0.64	2.49	0.77	-0.82	0.42
255	1.46	0.69	-4.67	-7.07	3.30	-0.19	-2.01
0	-0.80	-0.06	2.85	0.00	-2.85	0.06	0.80
1	2.01	0.19	-3.30	7.07	4.67	-0.69	-1.46
2	-0.42	0.82	-0.77	-2.49	-0.64	-1.47	1.47
3	-0.42	-2.74	-2.72	1.91	-4.74	1.93	-0.21

1.0e+005 *

図6

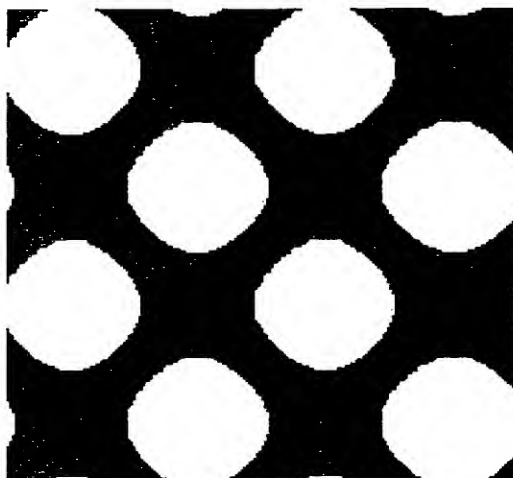


7/20

図 7

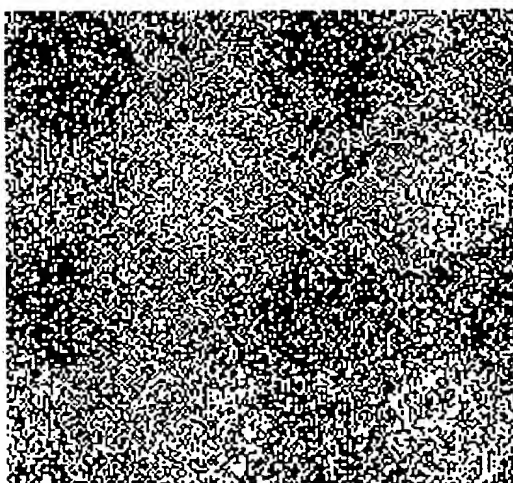
(A)

| W01 |



(B)

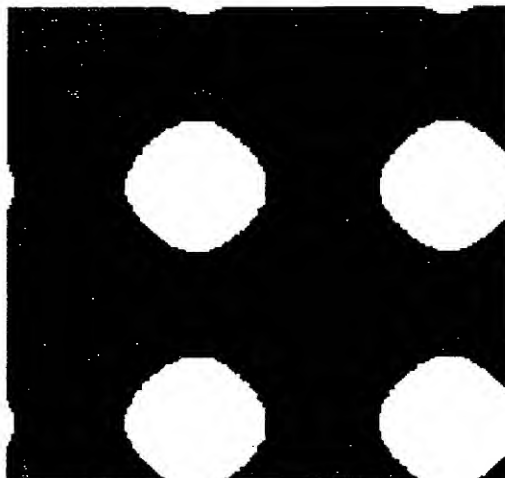
| W01' |



8/20

図 8

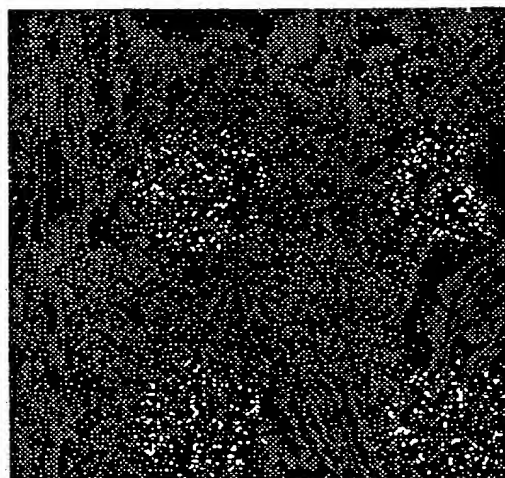
(A)
| W01 |



(B)
P 1'



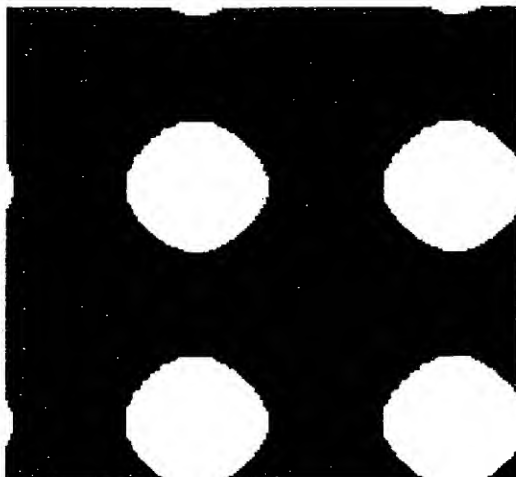
(C)
| W01' |



9/20

9

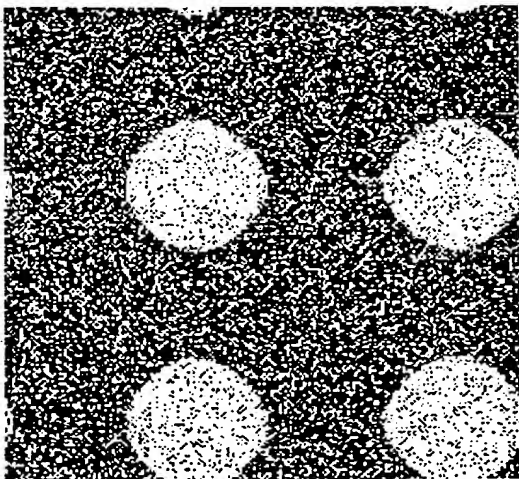
(A)
| W01 |



(B)
P 1'

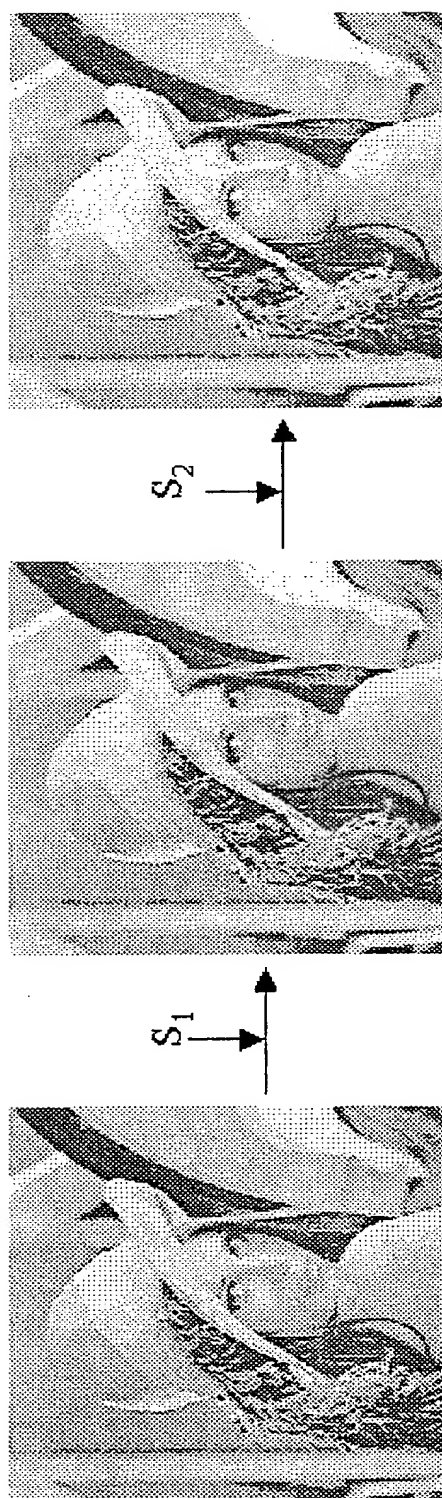


(C)
| W01' |



10/20

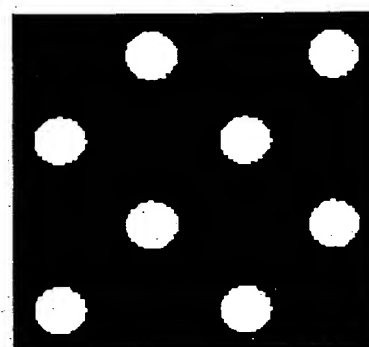
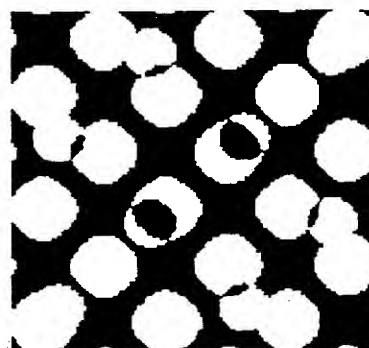
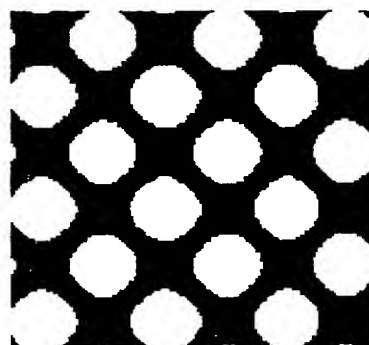
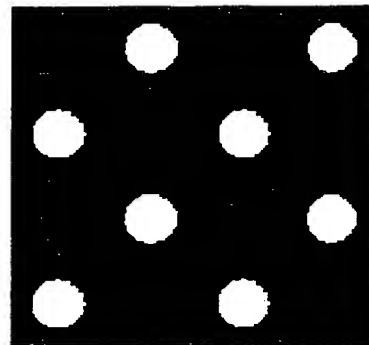
図 10



(c) P_2

(b) P_1

(a) P_0



(g) $|W_{02} - W_{12}|$

(f) $|W_{12}|$

(e) $|W_{02}|$

(d) $|W_{01}|$

図 11

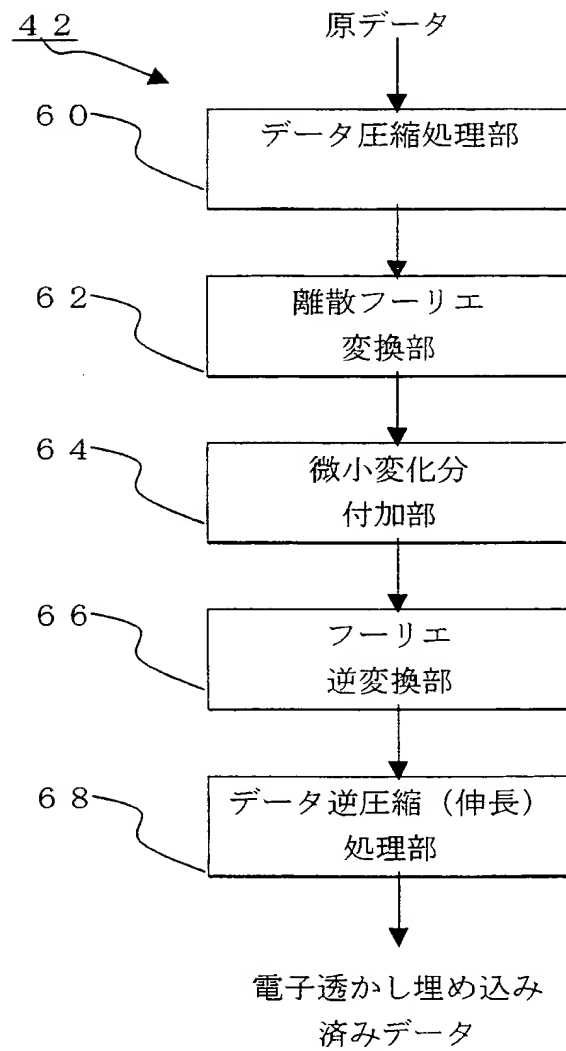


図 12

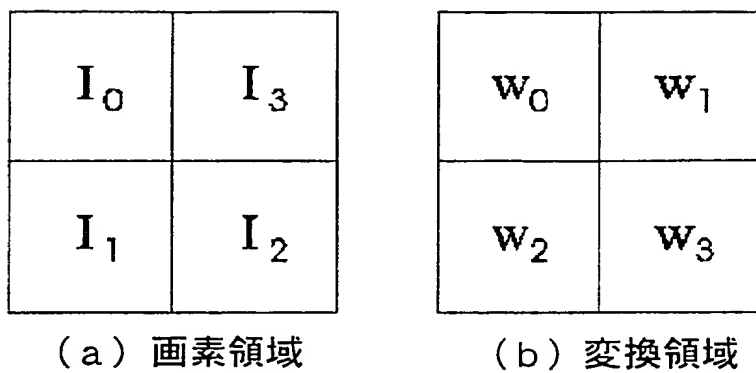


図 13

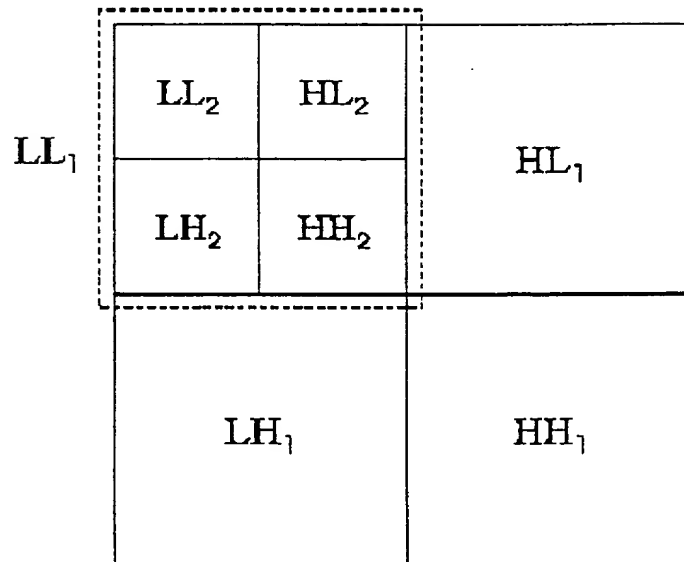


図 14

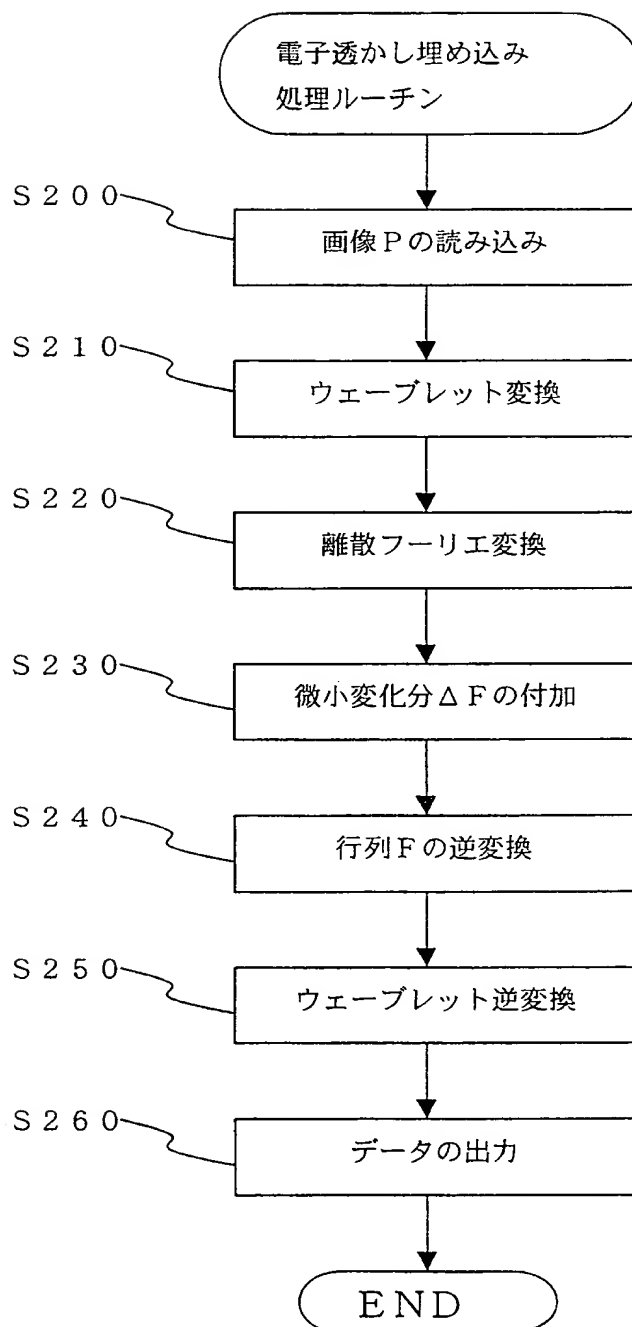


図 15

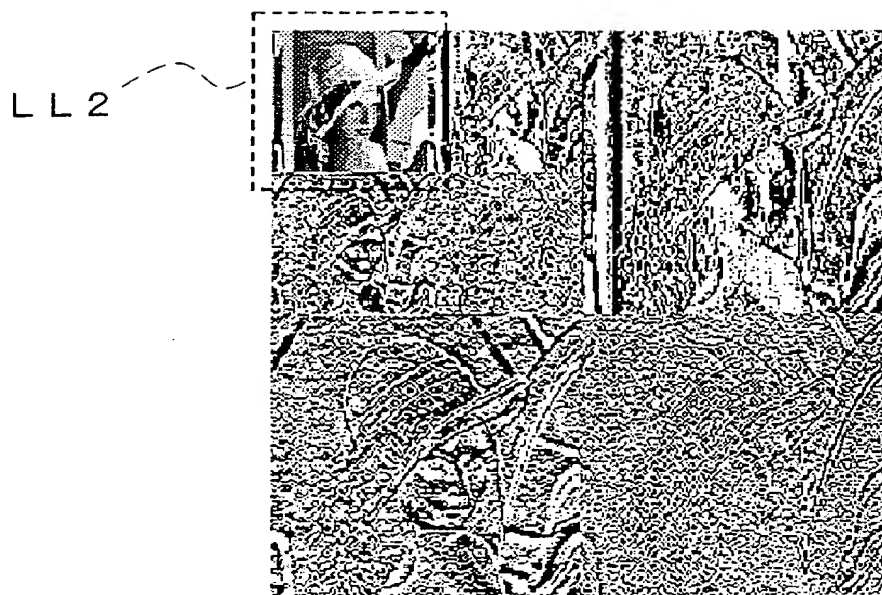
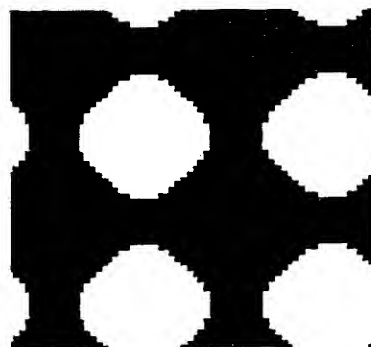


図 16

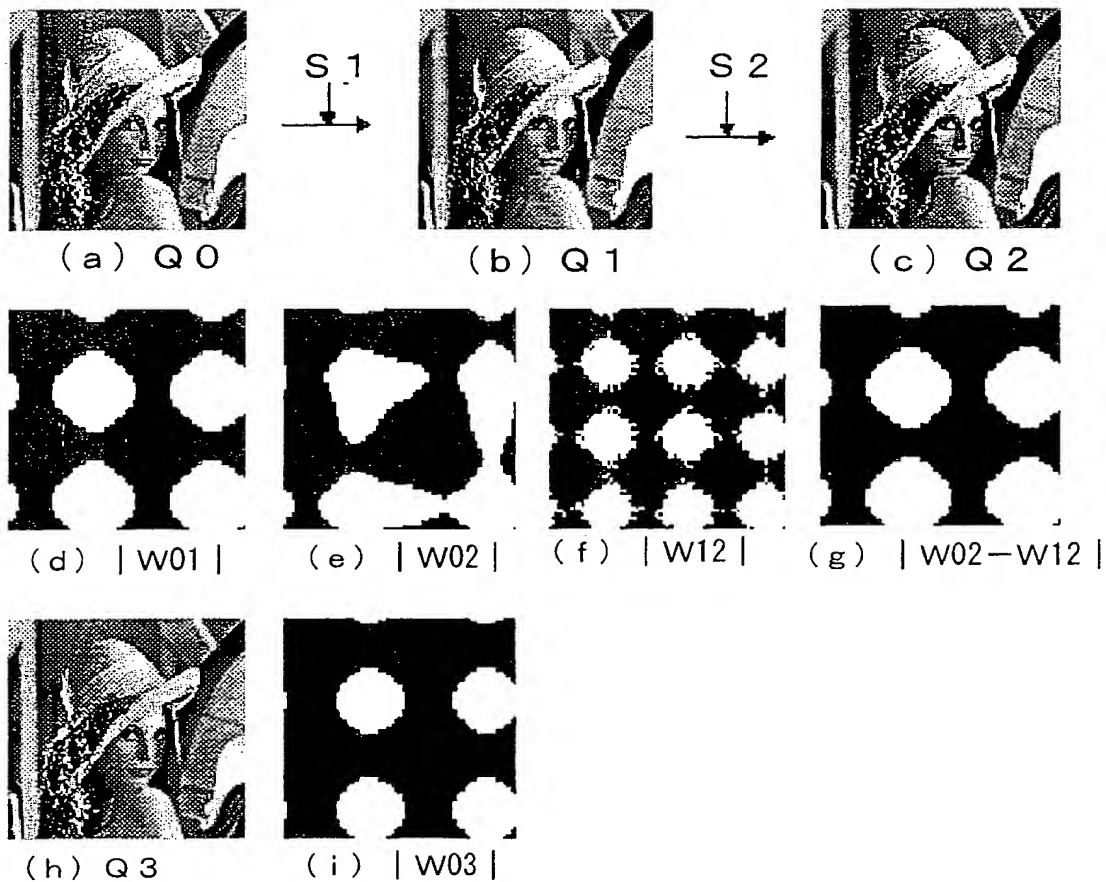


(a) 埋め込み画像



(b) 位相差パターン図

図 17



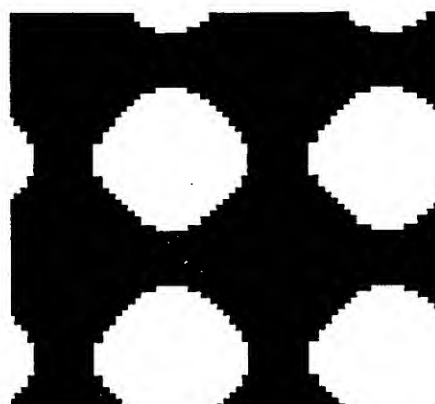
	254	255	0	1	2
254	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
255	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0	0.00	0.00	0.00	0.00	-3.00
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	-3.00	0.00	0.00

1. 0 e + 0 0 4 *

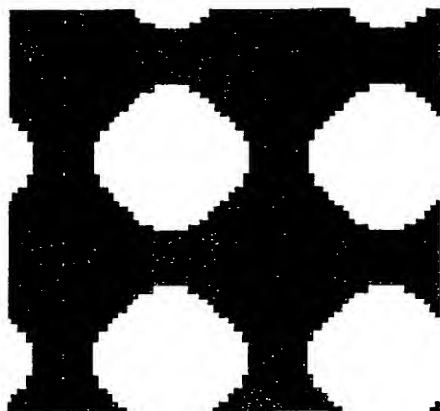
(j) | S 1 - S 3 |

16/20

図 18

(a) $\Delta = 5. \quad 0 * 10 \quad e \quad 2$ (b) $\Delta = 3. \quad 0 * 10 \quad e \quad 2$ (c) $\Delta = 1. \quad 0 * 10 \quad e \quad 2$

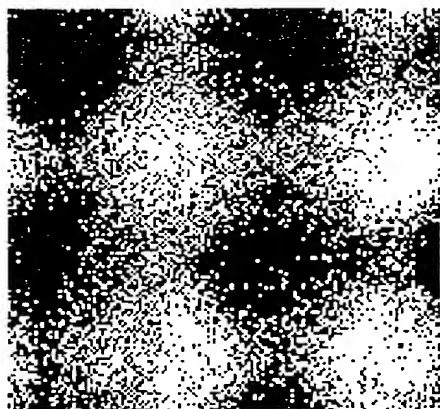
19



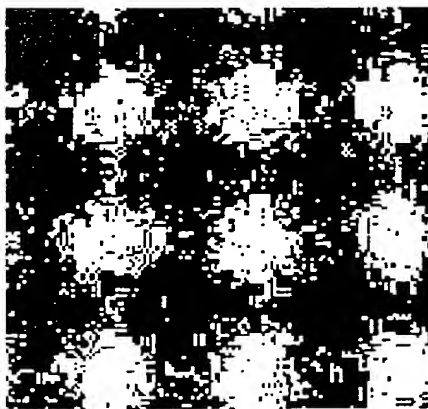
(a) W01



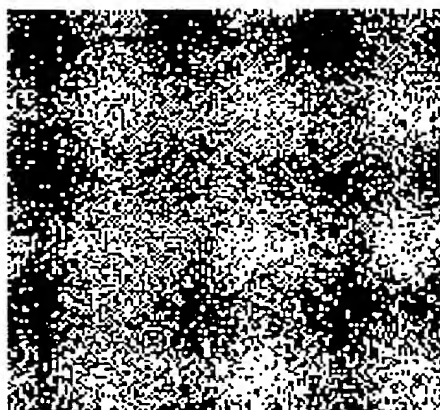
(b) Q1'



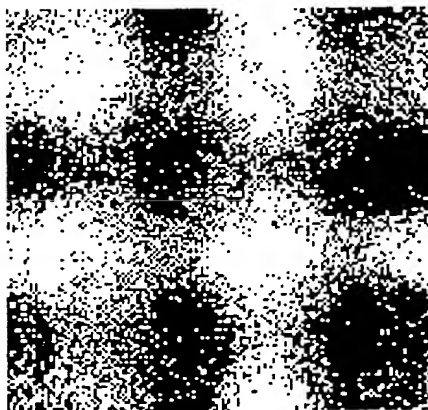
(c) W01'



(d) W12''

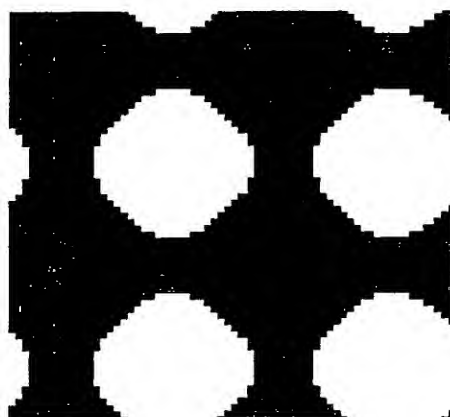


(e) W02'



(f) W12'

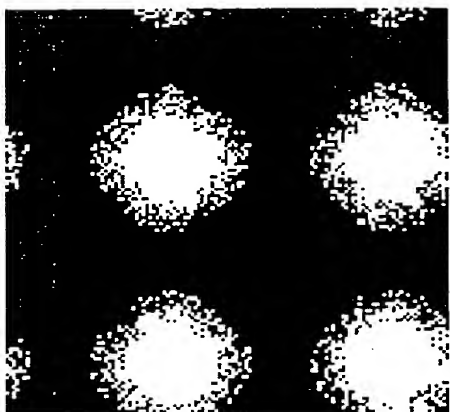
図 20



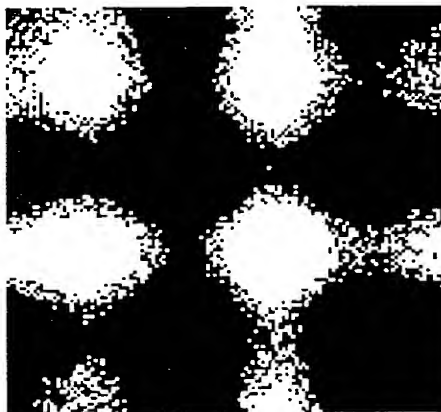
(a) W01



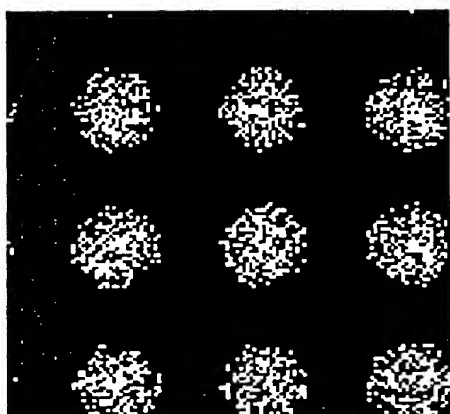
(b) Q1'



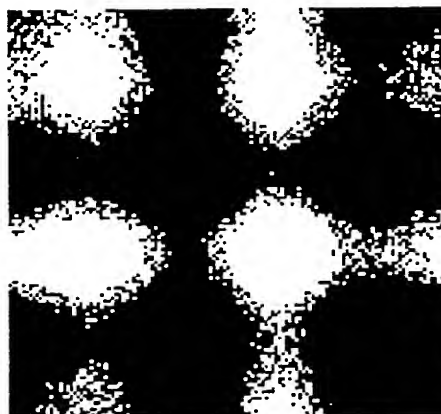
(c) W01'



(d) W12'

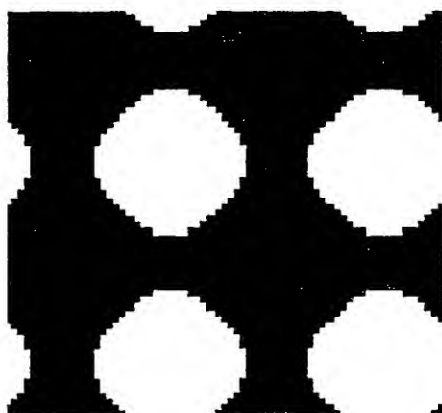


(e) W02'



(f) W12'

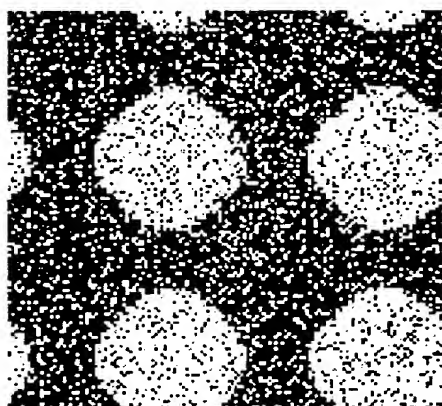
図 21



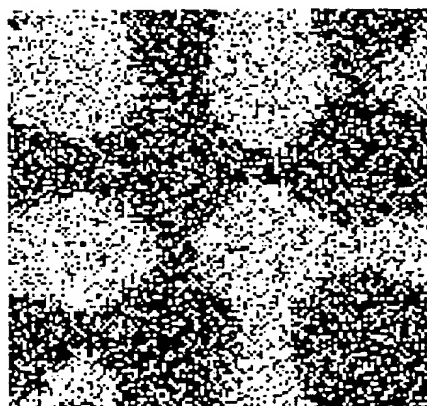
(a) W01



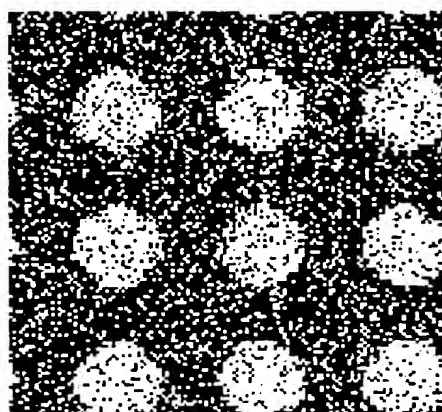
(b) Q1'



(c) W01'



(d) W12''

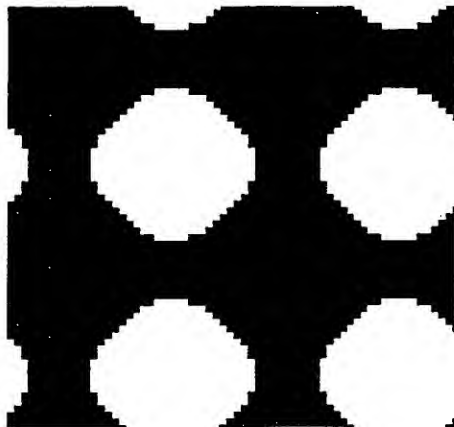


(e) W02'



(f) W12'

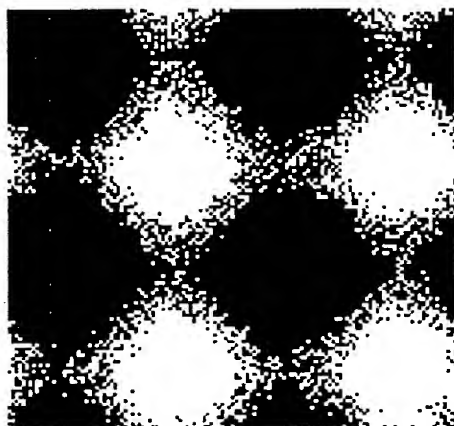
図 22



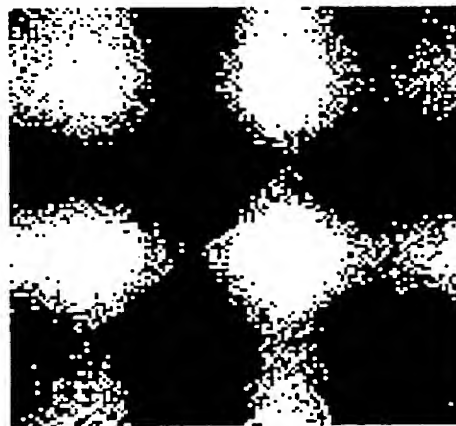
(a) W01



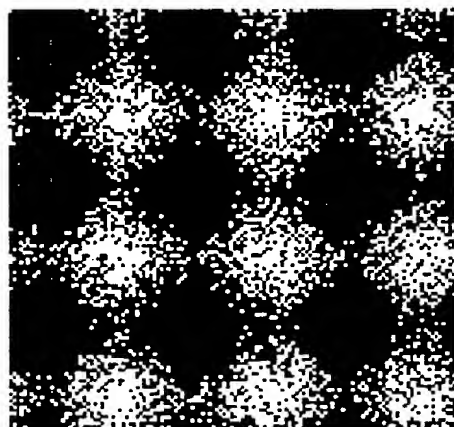
(b) Q1'



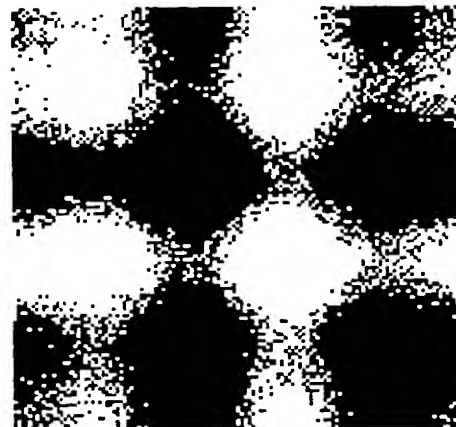
(c) W01'



(d) W12'



(e) W02'



(f) W12'

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP99/04890

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁶ H04N1/387, G06T1/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁶ H04N1/387-1/393, G06T1/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-1999
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1999 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-1999

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
EA	JP, 11-317859, A (NEC Corporation), 16 November, 1999 (16.11.99) (Family: none)	1-16
PA	JP, 10-313402, A (NEC Corporation), 24 November, 1998 (24.11.98) (Family: none)	1-16
A	JP, 9-191394, A (NEC Corporation), 22 July, 1997 (22.07.97) (Family: none)	1-16
A	JP, 6-78144, A (Canon Inc.), 18 March, 1994 (18.03.94) (Family: none)	1-16

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
01 December, 1999 (01.12.99)

Date of mailing of the international search report
14 December, 1999 (14.12.99)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁶ H04N1/387, G06T1/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁶ H04N1/387-1/393, G06T1/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-1999年
 日本国登録実用新案公報 1994-1999年
 日本国実用新案登録公報 1996-1999年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
EA	JP, 11-317859, A (日本電気株式会社) 16. 11月. 1999 (16. 11. 99) (ファミリーなし)	1-16
PA	JP, 10-313402, A (日本電気株式会社) 24. 11月. 1998 (24. 11. 98) (ファミリーなし)	1-16
A	JP, 9-191394, A (日本電気株式会社) 22. 7月. 1997 (22. 07. 97) (ファミリーなし)	1-16
A	JP, 6-78144, A (キヤノン株式会社) 18. 3月. 1994 (18. 03. 94) (ファミリーなし)	1-16

☐ C欄の続きにも文献が列举されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

14.12.99

国際調査を完了した日

01. 12. 99

国際調査報告の発送日

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

橋爪 正樹

印

5V

9067

電話番号 03-3581-1101 内線 3571

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP99/04890

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁶ H04N1/387, G06T1/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁶ H04N1/387-1/393, G06T1/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-1999
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1999 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-1999

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
EA	JP, 11-317859, A (NEC Corporation), 16 November, 1999 (16.11.99) (Family: none)	1-16
PA	JP, 10-313402, A (NEC Corporation), 24 November, 1998 (24.11.98) (Family: none)	1-16
A	JP, 9-191394, A (NEC Corporation), 22 July, 1997 (22.07.97) (Family: none)	1-16
A	JP, 6-78144, A (Canon Inc.), 18 March, 1994 (18.03.94) (Family: none)	1-16



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* "A" "E" "L" "O" "P"	Special categories of cited documents: document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance earlier document but published on or after the international filing date document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" "X" "Y" "&"	later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art document member of the same patent family
--------------------------------------	---	--------------------------	--

Date of the actual completion of the international search
01 December, 1999 (01.12.99)

Date of mailing of the international search report
14 December, 1999 (14.12.99)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.